



**Universidade
de aveiro
Ano 2016**

Departamento de Engenharia Civil

**IVAN DE SÁ CRUZ ORÇAMENTAÇÃO E DIREÇÃO DE OBRAS.
LIGAÇÕES EM ESTRUTURAS DE MADEIRA**



**Universidade
de Aveiro
Ano 2016**

Departamento de Engenharia Civil

IVAN DE SÁ CRUZ ORÇAMENTAÇÃO E DIREÇÃO DE OBRAS. LIGAÇÕES EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizado sob a orientação do patrono arquiteto Ângelo Monteiro, do Grupo NEAR, do orientador Professor José Alberto Marques Lapa e coorientação do Professor José Claudino de Pinho Cardoso, do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho ao meu Pai.

o júri

presidente

Professora Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa
professora associada, Universidade de Aveiro

Engenheiro Vitor Manuel Gomes Machado
especialista, MRG – Engenharia e Construção

Professor José Alberto Marques Lapa
professor auxiliar convidado, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a todos os colaboradores do Grupo NEAR pela oportunidade e por toda a paciência ao longo deste trabalho.

Ao meu orientador e coorientador por toda a disponibilidade e conselhos.

Aos meus amigos, especialmente aos que me acompanharam nestes últimos anos e pela força que proporcionaram.

A minha família. Em especial à minha mãe e irmã por sempre acreditarem em mim. À minha madrinha, primo e tio por escutarem e ajudarem. Aos meus avós, que foram um verdadeiro pilar nestes anos.

À minha namorada, Catarina Tavares, pelo carinho, apoio incansável e paciência ao longo deste percurso académico.

palavras-chave

Grupo NEAR, Medições, Orçamentação, Direção de Obra, Madeira, Ligações.

resumo

O relatório que se segue enquadra-se no trabalho final de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, em que se realizou estágio curricular na empresa de construção Grupo NEAR durante 6 meses.

O trabalho foi dividido em duas partes distintas: orçamentação e direção de obras e por último, ligações em estruturas de madeira. A primeira parte leva ao conhecimento dos procedimentos da empresa em como elaborar um orçamento, bem como a coordenação necessária para a realização de uma obra. A segunda parte foca-se na pesquisa de ligadores para estruturas de madeira, possibilitando a diversificação da oferta construtiva da empresa.

keywords

Group NEAR, Measurements, Budgeting, Management, Wood, Connectors.

abstract

The report that follows is part of the final work of my Master's Degree in Civil Engineering, as a student of University of Aveiro. The report pretends to be the analysis of my traineeship process and progress, which was performed in a construction company named NEAR Group months for the last six months.

The present work was divided in two distinct and fundamental parts, respectively: the first one focuses on budgeting and on work's management, and the last one was on wood structures connections. Therefore, the first part leads to the knowledge of the company's specific procedures in matters of how it's possible to do the budgeting work, and also in order to understand the necessity of good coordination for leading properly the management work. The second one is a research on the wood structures connections subject, with the purpose of projecting the visibility of the diversification and the constructive offer of the company.

ÍNDICES

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	I
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABELAS	VII
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Motivação e Objetivo	2
1.3 Organização do relatório	2
1.4 Breve descrição do Grupo NEAR	3
2 Direção de Obra	7
2.1 Medições e Orçamentos	7
2.2 Preparação inicial da obra	9
2.3 Planeamento	10
2.4 Custos de orçamentos.....	12
2.5 Estaleiro.....	13
2.6 Qualidade	15
2.7 Segurança e Saúde.....	15
3 Trabalho Desenvolvido no Grupo NEAR	19
3.1 Estudo de Projeto e Orçamento	20
3.1.1 Medições	20
3.1.2 Orçamentação da Obra	22
3.1.3 Aprendizagem/Erros.....	24
3.2 Direção de Obra	26
3.2.1 Vedação	27
3.2.2 Moradia Bifamiliar	28
3.2.3 Remodelação de Casa de Banho	29

3.2.4	Reparações	32
4	Madeira Estrutural.....	37
4.1	Estrutura macroscópica.....	37
4.2	Classificação botânica.....	38
4.2.1	Resinosas.....	38
4.2.2	Folhosas	39
4.3	Propriedades físicas da madeira.....	40
4.3.1	Teor em água e higroscopicidade	40
4.3.2	Retração	41
4.3.3	Densidade.....	42
4.3.4	Reação e resistência ao fogo	42
4.4	Propriedades mecânicas da madeira	44
4.4.1	Resistência à compressão.....	44
4.4.2	Resistência à tração.....	45
4.4.3	Resistência à flexão estática.....	46
4.4.4	Resistência ao corte.....	46
4.4.5	Resistência ao fendimento	47
4.4.6	Resistência à fadiga.....	47
4.4.7	Fluência.....	48
4.5	Madeiras e derivados	48
4.5.1	Madeira maciça	48
4.5.2	Madeira Lamelada Colada	51
4.5.3	Madeira Micro Lamelada Colada	54
4.5.4	Placas OSB.....	56
5	Ligações em estruturas de madeira.....	59
5.1	Noções básicas	59

5.2	Ligações tradicionais.....	60
5.3	Ligações coladas	61
5.4	Ligações meânicas.....	62
5.4.1	Ligadores tipo cavilha	63
5.4.2	Ligadores planos	67
6	Aplicabilidade dos ligadores metálicos	75
7	Considerações finais.....	81
7.1	Conclusões	81
7.2	Perspetivas futuras.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de diagrama de PERT/CPM (Rodrigues & Lapa, 2015a)	11
Figura 2 - Exemplo de diagrama de Gantt (Loureiro, 2013).....	11
Figura 3 - Exemplo de quadro de correlações (Rodrigues & Lapa, 2014).....	14
Figura 4 - Gráfico sobre incidência na construção (Grupo NEAR)	19
Figura 5 - Perfil aço A400NR e aço A400NR SD, da esquerda para a direita (Morais & Cachim, 2013)	25
Figura 6 - Perfil aço A500NR e aço A500NR SD, da esquerda para a direita (Morais & Cachim, 2013)	26
Figura 7 - Exemplo de rede e portão utilizado	28
Figura 8 - Remodelação de casa de banho	32
Figura 9 - Direções de crescimento	37
Figura 10 - Corte transversal de uma árvore (Cachim, 2014)	37
Figura 11 - Curvas de retração (Coutinho, 1999).....	42
Figura 12 - Vigas de madeira e de aço após estarem sujeitas ao fogo (Pinto, 2004)	43
Figura 13 – Valores de resistência global, em função do esforço (Carvalho, 1996).....	44
Figura 14 - Compressão perpendicular e paralela às fibras (Ritter, 1990).....	45
Figura 15 - Tração paralela e perpendicular às fibras (Ritter, 1990).....	46
Figura 16 – Fingerjoint	52
Figura 17 - Exemplos de ligações tradicionais (Thelandersson & Larsen, 2003).....	60
Figura 18 - Exemplos de soluções reforço (Branco et al., 2006)	61
Figura 19 - Exemplos de pregos existentes (Mendes, 1994).....	63
Figura 20 - Parafusos de enroscar: cabeça de embeber; cabeça redonda: cabeça sextavada - da esquerda para a direita (Porteous & Kermani, 2007).....	63
Figura 21 - Exemplo de parafuso de porca (Porteous & Kermani, 2007).....	65
Figura 22 - Exemplo de cavilha (Porteous & Kermani, 2007).....	66
Figura 23 - Anel metálico (Porteous & Kermani, 2007)	67
Figura 24 - Placas metálicas (Porteous & Kermani, 2007)	68
Figura 25 - Placa dentada (Porteous & Kermani, 2007)	70
Figura 26 - Aplicabilidade dos ligadores parede-parede (Rothoblaas, 2013)	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Unidades de medida	8
Tabela 2 - Arredondamento de casa	8
Tabela 3 - Exemplos de organização por artes e mista.....	9
Tabela 4 - Referências de correlações (Rodrigues & Lapa, 2014)	14
Tabela 5 - Desperdícios e peso por metro de aço	21
Tabela 6 - Obtenção dos valores unitários.....	22
Tabela 7 - Classe de resistência do betão	24
Tabela 8 - Distribuição de trabalhos	30
Tabela 9 - Origem das espécies resinosas.....	39
Tabela 10 - Origem das espécies folhosas.....	39
Tabela 11 - Classes de madeira de acordo com o teor em água	41
Tabela 12 - Condutibilidade térmica dos materiais	43
Tabela 13 - Classes de resistência para resinosas.....	50
Tabela 14 – Classes de resistência para folhosas.....	50
Tabela 15 – Classes de resistência para madeira lamelada colada homogénea.....	52
Tabela 16 – Classes de resistência para madeira lamelada colada combinada.....	53
Tabela 17 – Classes de resistência para LVL	55
Tabela 18 - Calibre de parafusos (ISO 262:1998).....	64
Tabela 19 - Classes resistentesde parafusos de porca.....	66
Tabela 20 - Classes de anéis metálicos.....	68
Tabela 21 - Classes de placas metálicas	69
Tabela 22 - Classes de placas dentadas	70

Capítulo 1

Introdução, Motivação, Objetivo e Descrição da empresa

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O presente relatório é o resultado de todas as atividades efetuadas durante o estágio curricular do curso de Mestrado Integrado de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e está essencialmente dividido em duas partes. A primeira, descreve todos os trabalhos decorridos durante o estágio curricular na empresa de construção Grupo NEAR, baseando-se essencialmente nas atividades de orçamentação e de direção de obra, enquanto na segunda parte se refere a estudos de forma a possibilitar um novo negócio da empresa relativamente a construções em madeira, incidindo o estudo nos tipos de ligações para estruturas de madeira.

Uma componente importante para o sucesso da direção de obra passa por saber interpretar os projetos de forma correta, bem como quantificar corretamente no mapa de trabalhos e na orçamentação do mesmo. Durante o período do estágio essas competências eram essenciais para o desenvolvimento profissional do estagiário.

Na segunda parte do trabalho desenvolvido, relativo ao estudo de ligações de estruturas de madeira tiveram um foco importante tanto em pesquisa como execução, sendo este um campo ainda hoje com pouca incidência por parte da engenharia tradicional. Desde a pré-história que a madeira acompanhou o Homem na construção, e este material sendo natural e durável é possível ter presente ainda hoje como modelo estrutural de grandes obras, como é o caso da cidade de Veneza, que todo o seu solo tem milhares de estacas em madeira (devido a ter o terreno pantanoso), em Lisboa com o mesmo tipo de fundações na baixa pombalina e ainda no reforço estrutural de paredes aos sismos, mais recentemente nos Estados Unidos da América, o Empire State Building que também apresenta estacas em madeira, bem como ainda variadas estruturas de pontes e de coberturas em madeira natural e especialmente em madeira lamelada, muitas das quais já no nosso país. (Cachim, 2014)

1.2 Motivação e Objetivo

O estágio curricular foi a opção escolhida, tendo em vista a possibilidade de obter experiência profissional para o futuro, bem como tentar começar a possuir autonomia na resolução de problemas. Estar enquadrado numa empresa com possibilidade de demonstrar as capacidades e métodos adquiridos ao longo do percurso académico e poder aprender com novos métodos é um desafio de trabalho e um compromisso. Com a difícil realidade do mercado de trabalho altamente competitivo para as escassas ofertas de emprego obriga a que o recém-formado adquira o máximo de capacidades possíveis, pelo que o estágio curricular enquadra-se nesses pequenos requisitos.

O estágio foi oferecido pela empresa NEAR Lda., com sede e gabinete em Matosinhos, sob a supervisão direta do arquiteto Ângelo Monteiro.

A empresa tem como finalidade execução de obras, passando naturalmente pela medição, orçamento e direção de obra. Para existir um bom diretor de obra é necessário que o mesmo esteja enquadrado com todo o tipo de pormenores construtivos e de métodos de construção. Assim sendo, a realização de um mapa de trabalhos com descrições objetivas e com quantidades corretas leva facilmente à boa organização de um diretor de obra.

Uma vez que a empresa pretendia diversificar a sua oferta construtiva, na vertente de casas pré-fabricadas de madeira e achando interessante a possibilidade de adquirir mais conhecimentos numa vertente pouco divulgada na engenharia de construção, surgiu a oportunidade de conhecer alguns métodos de ligações de madeira utilizadas na construção, podendo assim absorver novos conhecimento.

1.3 Organização do relatório

O presente documento encontra-se organizado em 8 capítulos e 4 anexos:

- Capítulo 1 – Introdução, motivação, objetivo, descrição da empresa;
- Capítulo 2 – Direção de Obra;
- Capítulo 3 – Trabalho desenvolvido no Grupo NEAR;
- Capítulo 4 – Madeira estrutural;
- Capítulo 5 – Ligações em estruturas de madeira;
- Capítulo 6 – Aplicabilidade dos ligadores metálicos;
- Capítulo 7 – Considerações finais;

1.4 Breve descrição do Grupo NEAR

O Grupo NEAR é uma empresa jovem direcionada para a renovação e construção (residencial, comercial e de serviços), tendo uma postura no mercado com soluções renovadas e atuais.

Este grupo pode ser dividido em três marcas: NEAR Construção; NEW Area e Áreas.

A NEAR Construção reúne uma série de competências para satisfazer os clientes desde a conceção (arquitetura, engenharia, decoração e paisagismo), renovação (habitação, comercial, serviços, indústria), construção (habitação, comercial, serviços, indústria) e espaços verdes (habitação, comercial, serviços, indústria).

A NEW Area é diretamente vocacionada para o tratamento de espaços exteriores, desde a conceção à manutenção. Esta marca pretende proporcionar uma renovada qualidade de vida aos clientes, aumentando o seu conforto.

Por último, a Áreas efetua diversas reparações ao domicílio, operando por todo o país e está disponível a todo o momento. De forma a conseguir responder a todas as solicitações existe um grande grupo de colaboradores que estão disponíveis 24 horas por dia. As principais áreas de atuação desta marca são: pintura, serralharia, carpintaria, caixilharia, eletricidade e canalização.

Capitulo 2

Direção de Obra

2 DIREÇÃO DE OBRA

Obra define-se como todo o trabalho de construção, reconstrução, reparação, conservação ou adaptação de bens imóveis. (Semedo, 2009)

As obras podem ser divididas em dois tipos:

- Obras públicas – resultado de quaisquer trabalhos de construção, edificação, ampliação, reabilitação ou demolição de bens imóveis executados por conta de um contraente público;
- Obras particulares – obras realizadas a entidades particulares.

As obras podem também ser divididas em sete diferentes especificações: construção civil; obras hidráulicas; pontes e viadutos; vias de comunicação e aeródromos; obras de urbanização; instalações elétricas e instalações mecânicas.

Torna-se importante evidenciar que no estágio curricular apenas foram abordadas obras particulares.

2.1 Medições e Orçamentos

A medição na construção é a determinação quantitativa dos trabalhos a executar numa dada obra, destinando-se a diversos fins relacionados com a gestão de obras, nomeadamente: orçamentação, planeamento, determinação de quantidades de recursos, elaboração de autos de medição, controlo da faturação, controlo das quantidades dos recursos e controlo económico de obras. (Almeida & Dias, 2016)

Existe uma série de objetivos associados às medições: (Moderna, 2008)

- Possibilitar a determinação prévia de custos e a orçamentação, total ou parcial, de uma obra;
- Permitir com relativa facilidade a quantificação de materiais, mão de obra, equipamentos e outros encargos existentes numa obra;
- Estabelecer uma base comum para a elaboração de orçamentos e de prazos de execução, necessários à apresentação de propostas para concorrer à execução de uma obra adjudicada;
- Permite a análise e o controlo de custos associados durante a execução de uma obra, permitindo assim uma gestão dos recursos financeiros;

- Facilita às empresas uma gestão eficiente dos recursos humanos existentes;
- Facilidade na elaboração e verificação dos rendimentos de mão de obra, materiais e equipamentos.

Cada elemento apresenta unidade de medida diferente e também regras de arredondamento (parciais e globais), que são apresentadas na Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1 - Unidades de medida

Unidade	Designação	Símbolo
Genérica	Unidade	un
Genérica	Valor global	vg
Comprimento	Metro	m
Superfície	Metro quadrado	m ²
Volume	Metro cúbico	m ³
Massa	Quilograma	kg

Tabela 2 - Arredondamento de casa

Medida	Arredondamento parcial	Arredondamento global
metro (m)	centímetro (cm)	decímetro (dm)
metro quadrado (m ²)	decímetro quadrado (dm ²)	decímetro quadrado (dm ²)
metro cúbico (m ³)	decímetro cúbico (dm ³)	decímetro cúbico (dm ³)
quilograma (kg)	hectograma (hg)	quilograma (kg)

Erros graves na execução das medições tem impactos económicos enormes no orçamento da obra, por isso o engenheiro tem que ser o mais rigoroso possível quando as realiza.

Nos dias de hoje, um Diretor de Obra por vezes é quem efetua as medições e em grande parte os orçamentos, pelo que uma análise cuidada desde a primeira instância pode ajudar no desenrolar da obra e dispensar menos tempo para organizar as tarefas existentes. Naturalmente, um orçamento nunca será perfeito, pelo que durante a obra é sempre necessário reajustar o orçamento. (Semedo, 2009)

É preciso haver um sentido de responsabilidade nos orçamentos e na sequência dos trabalhos. O orçamentista tem que ser capaz de transmitir as suas organizações durante o orçamento prestado, existem dois exemplos simples para organização: a organização por artes e por atividades. Na Tabela 3 é apresentada as diferentes organizações.

Tabela 3 - Exemplos de organização por artes e por atividades

Capítulo	Organização por artes	Organização por atividades
1.	Cofreiros	Demolições
2.	Aplicador de betão	Movimentos de terras
3.	Armador de ferro	Fundações e estruturas
4.	Trolha	Construção civil
5.	Pintor	Instalações de água e saneamento
6.	Serralheiro	Instalações de equipamentos mecânicos
7.	Carpinteiro	Instalações de equipamentos elétricos
8.	Vidraceiro	Instalações de gás
9.	Picheleiro	Elevadores
10.	Funileiro	-
11.	Eletricista	-
12.	Mecânicos	-
13.	Técnicos de gás	-
14.	Arranjos exteriores	-

2.2 Preparação inicial da obra

Um Diretor de Obra tem obrigatoriamente que ter um grande senso de liderança e coordenação, capacidade de organizar os diferentes trabalhos e uma enorme dedicação durante a obra.

Antes do início da execução da obra, é necessário:

- Estudar todos os pormenores construtivos a executar na obra. Na falta de algum desses elementos ou informação contactar diretamente com os projetistas para estar ciente do pretendido;
- Rever os mapas de quantidades e de trabalhos existentes;
- Reorçamentação da obra, permitindo assim uma melhor fiabilidade de custos e resultados finais de obra;

- Planeamento correto no que respeita a instalações e programação da execução dos trabalhos.

Existem trabalhos durante a obra que podem ser realizados em simultâneo, não existindo qualquer elo de ligação entre ambos e não prejudicando o desenvolvimento da obra em questão, tudo isso depende da organização correta por parte do Diretor de Obra quando desenvolve o cronograma de trabalhos em função dos rendimentos dos recursos disponíveis, tais como equipamentos e mão de obra.

2.3 Planeamento

Um planeamento eficaz de uma obra envolve uma coordenação e controlo correto em todos os momentos, satisfazendo todas as exigências e conduzindo à conclusão da mesma no prazo pretendido, com qualidade, segurança, respeitando o orçamento efetuado e com os lucros esperados.

Durante o decorrer da obra, ocorrem progressivas reprogramações dos trabalhos a efetuar, isto acontece devido a fatores completamente incontornáveis, como por exemplo as condições climatéricas. Com a existência desses fatores externos é necessário haver um ajuste para recuperar o tempo e custo existente. Assim sendo, torna-se crucial realizar uma adaptação das atividades ao calendário da obra.

Na necessidade de obter uma distribuição fidedigna da duração das atividades durante a obra é tido em conta a mão de obra necessária, face aos rendimentos apresentados, o equipamento a utilizar, custos associados a essa mesma atividade e também bastante importante, as suas condicionantes. Estas condicionantes são os períodos de férias e/ou feriados que existem, que diminuem o tempo para a realização da obra.

Existem métodos de planeamento de obras, sendo os mais utilizados e conhecidos o diagrama de PERT/CPM e o diagrama de Gantt. O diagrama de PERT/CPM tem dois métodos distintos:

- PERT – Program Evaluation and Review Technique (Programa de Avaliação e Revisão Técnica, em português);
- CPM – Critical Path Method (Método do Caminho Crítico).

A ideia básica de ambos os métodos está na identificação do caminho que consome mais tempo (caminho crítico), através de uma rede de atividades. Assim sendo, o método de PERT/CPM foi desenvolvido com os seguintes objetivos: minimizar problemas localizados

de projetos como atrasos; conhecer atempadamente atividades críticas que podem comprometer a duração total da obra; estar informado quanto ao desenvolvimento, seja este favorável ou desfavorável, das atividades a decorrer; mostra quais as atividades que podem ser realizadas em simultâneo. (Junior, 2007)

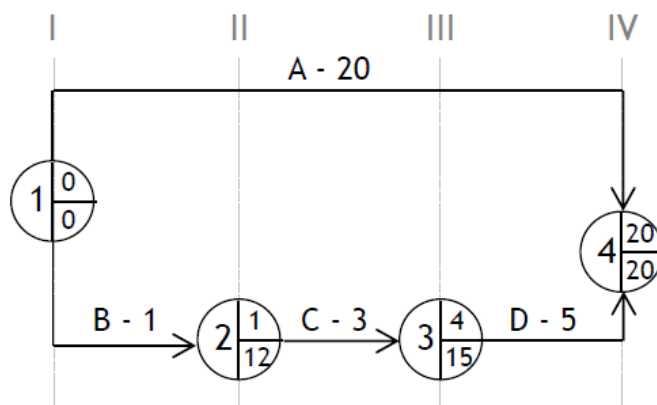


Figura 1 - Exemplo de diagrama de PERT/CPM (Rodrigues & Lapa, 2015a)

O diagrama de Gantt, também conhecido como diagrama de barras, é outro método igualmente importante e tem a particularidade de ser uma ferramenta de fácil manuseamento e rápido entendimento no planeamento. Contém uma metodologia simples e consiste em organizar um conjunto de tarefas e exprimir graficamente a duração destas em forma de barra e criando assim uma linha de tempo para a sua realização. É possível a exibição de várias informações com a utilização deste método, tais como: recursos associados à atividade; responsável por cada uma das atividades; custo da atividade. (Avila & Jungles, 1996)

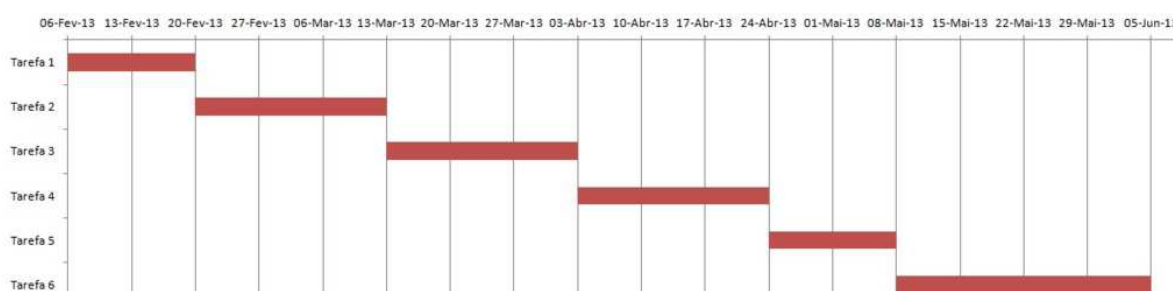


Figura 2 - Exemplo de diagrama de Gantt (Loureiro, 2013)

Para o planeamento as ferramentas eletrónicas mais utilizadas são o MS Project, Microsoft Excel e também o ProjectLibre (este último com menos frequência).

2.4 Custos de orçamentos

Os orçamentos finalizados são apresentados em mapas de quantidades, devidamente organizados por capítulos, e se possível, por subcapítulos para uma melhor análise e compreensão. Dentro dos subcapítulos estarão os artigos, que são organizados de diferente modo em cada empresa.

O orçamento tem o valor calculado da despesa e da receita, ou seja, é o somatório das despesas que as empresas apresentam em que preveem no final da obra ter o acrescido lucro. É importante saber assimilar as despesas, que podem-se dividir em três tipos de custo: (Rodrigues, 2014)

- Custo direto;
- Custo indireto;
- Custo de estaleiro.

O custo direto é um tipo de custo que está associado diretamente à obra em questão, e mais importante, a cada uma das atividades que desencadeiam. Existem quatro tipos de recursos que em regra estão associados aos custos diretos, que são:

- Mão de obra – despesas com salários de pessoal envolvido diretamente na produção, bem como encargos sociais;
- Materiais – corresponde ao custo de aquisição dos materiais e do seu respetivo transporte;
- Equipamentos – custo associado a equipamentos utilizados diretamente na realização dos trabalhos;
- Subempreitadas – custos de terceiros no fornecimento de produtos ou prestação de serviços.

Por outro lado, existe o custo indireto, que não estão associados à obra, mas sim a custos da empresa. É possível dividir em:

- Custos de estrutura – vencimentos do pessoal dirigente e administrativo da empresa; gastos de exploração e conservação da rede social; seguros, impostos e/ou taxas, entre outros;
- Custos industriais – vencimento e encargos de pessoal técnico (engenheiros, arquitetos); custos de licenças, entre outros.

Por último, existe os custos de estaleiro, que são custos imputáveis a uma determinada obra, mas que não podem ser imputáveis separadamente a uma atividade. Está diretamente associado a:

- Montagem de estaleiro – abertura ou melhoramento de acesso à obra; redes de águas, esgotos e eletricidade; montagem de equipamentos, entre outros;
- Manutenção do estaleiro – inclui os custos de mão de obra do estaleiro;
- Desmontagem do estaleiro.

2.5 Estaleiro

O estaleiro é o conjunto de meios necessários que possibilitam a realização de uma obra dentro do tempo previsto assegurando as melhores condições técnicas, económicas, de qualidade e segurança.

Para a planificação da disposição do estaleiro é necessário um estudo cuidadoso da obra tendo em conta os critérios de dimensionamento estabelecidos na regulamentação aplicável. Esta planificação tem várias condicionantes que interferem no estaleiro a implementar devido às alterações do mesmo durante a obra e a perigos existentes.

Na realização da obra, o estaleiro pode ser dividido em central ou local. O estaleiro central normalmente é localizado num terreno que é propriedade da empresa de construção e estão aí inseridas as instalações e equipamentos de utilização geral, como por exemplo as centrais de betão e oficinas especializadas de serralharia e carpintaria. Por outro lado, o estaleiro local ocupa normalmente o terreno do dono de obra e localizam-se aí os componentes necessários à execução da obra. (Moreira, 2008)

Como diretor de obra antes da execução da obra são definidos os vários elementos do estaleiro tendo em conta as condicionantes da mesma. Assim sendo, é necessário definir os tipos de trabalhos a executar, bem como a duração da obra, que condiciona desde o início o tipo de instalações e equipamentos a instalar. O espaço disponível para a implementação do estaleiro também se pode tornar uma condicionante se a obra se concentrar num centro urbano ou em periferias. A presença de obstáculos também é um fator que pode influenciar a disposição do estaleiro, existindo naturalmente zona verde a preservar ou até a presença de redes subterrâneas a manter. Para além dos fatores anteriormente referidos existem muitos outros que por vezes só em local de obra é possível aferir para a organização final do estaleiro. (Moreira, 2008)

Para uma correta organização do estaleiro recorre-se ao quadro de correlações. O objetivo destas correlações é identificar todos os elementos necessários à obra permitindo assim otimizar a sua operacionalidade. Primeiramente é necessário estudar a implantação dos elementos principais, ou seja, aquela cuja instalação se considera prioritária não devendo ser condicionados pelos restantes.

Tabela 4 - Referências de correlações (Rodrigues & Lapa, 2014)

Referência	Correlação	Referência	Motivos
A	Absolutamente necessário	1	Operacionalidade
E	Especialmente importante	2	Acompanhamento da obra
I	Importante	3	Evidente
O	Ordinária ou normal	4	Facilidade de manobra
S	Sem importância	5	Produtividade
X	Não recomendável	6	Receção de materiais
XX	Proximidade indesejável	7	Utilização do mesmo pessoal

Quadro de correlações	Área de construção	Grua	Estação de betoneira	Oficina de cofragem	Oficina de armaduras	Parque de materiais	Armazém	Escritório	Vias de circulação	Acessos	Dormitórios	Vestibulos	Sanitários	Refeitório
Área de construção		A3	I1	O	O	O	O	O	E1	E4	xx	O	I5	X
Grua			E14	I4	I4	I4	S	X	O	O	xx	S	S	X
Estação de betoneira				S	S	S	S	X	I1	E6	xx	X	I7	xx
Oficina de cofragem					S	S	S	S	E1	E6	xx	O	I7	S
Oficina de armaduras						S	S	S	E1	E6	X	O	I7	X
Parque de materiais							I7	S	E1	E6	S	O	O	S
Armazém								O	E1	E6	S	O	O	S
Escritório									S	I14	X	O	O	S
Vias de circulação										E3	I3	O	O	O
Acessos											S	S	O	O
Dormitórios												S	O	O
Vestibulos													I1	O
Sanitários														O
Refeitório														

Figura 3 - Exemplo de quadro de correlações (Rodrigues & Lapa, 2014)

2.6 Qualidade

Com a finalização da obra, um dos objetivos a alcançar é a qualidade. O controlo da qualidade procura que essas expectativas sejam alcançadas ou acima do expectável. Essa qualidade pode ser atingida através dos processos construtivos existentes e do supervisionamento desses mesmos processos.

Cada obra absorve intervenientes diferentes, e naturalmente, o cliente tem o maior impacto nesta situação no controlo de qualidade, muito devido à escolha de materiais pretendidos e de processos construtivos fornecidos pelo projetista.

Hoje em dia, face à alta competitividade do mercado, as empresas preferem produtos com certificação. Assim sendo, pretende-se garantir um sistema de qualidade apropriado para os clientes. Os fabricantes de materiais, empreiteiros e empresas de engenharia regem-se frequentemente pela família das normas ISO 9000, que são:

- ISO 9000 – sistemas de gestão de qualidade;
- ISO 9001 – requisitos de um sistema de gestão de qualidade, em que deverá constar todos os processos que ocorrem na empresa e o descritivo da interação entre eles;
- ISO 9004 – linhas de orientação que têm em conta a eficiência e eficácia do sistema de gestão de qualidade implementado;
- ISO 19001 – orientação para o modo de execução de auditorias a sistemas de qualidade, o que facilita a compreensão mútua no comércio, seja em escala nacional ou internacional.

2.7 Segurança e Saúde

Sendo um tema praticamente de conhecimento comum, é sabido que a construção civil é a área que apresenta maiores acidentes de trabalho e em consequência disso, mortes. A segurança em obra tornou-se cada vez mais um elemento importante no desenrolar da mesma, até para garantir a qualidade.

Cada país tem a sua legislação e obrigatoriedades quando se fala da segurança na construção civil, mas em Portugal, o que define a segurança e saúde no trabalho é o Decreto de Lei 273/2003 de 29 de Outubro. Com esta legislação, para a execução da obra é necessário a existência de três documentos para prevenção de riscos, que são: Comunicação Prévia (CP), Plano de Segurança e Saúde (PSS), e por último, Compilação Técnica (CT). (Meira, 2012)

A Comunicação Prévia (CP) é um documento que o Dono de Obra elabora com intuito de ser entregue à Inspeção Geral do Trabalho, de forma a identificar a obra em questão. É importante referir que qualquer alteração dos elementos da Comunicação Prévia deve ser retificada e entregue.

O Plano de Segurança e Saúde (PSS) é um documento elaborado que define medidas necessárias à prevenção e minimização de todos os riscos para higiene, segurança e saúde dos trabalhos e outros, durante toda a fase de desenvolvimento da obra (Meira, 2012). O PSS existe em duas fases, no Plano de Segurança e Saúde em fase de projeto e Plano de Segurança e Saúde em fase de execução da obra. O primeiro é elaborado em fase de projeto para que posteriormente seja garantida a segurança e a saúde de todos os intervenientes em estaleiro. O segundo visa evitar problemas de segurança e saúde durante o decorrer da obra. (Semedo, 2009)

Por último, a Compilação Técnica (CT) é um documento com a informação técnica da obra que inclua os elementos úteis a ter em conta na sua utilização futura, bem como em trabalhos posteriores à conclusão, para preservar a segurança e saúde de quem os executar. (Rodrigues & Lapa, 2015b)

Com a inclusão destes elementos pretende-se assim que exista uma diminuição de sinistralidade na construção civil e uma maior prevenção dos riscos existentes que afetem a segurança na obra. O Diretor de Obra tem que ter um vasto conhecimento da legislação aplicável quando se fala na segurança e saúde dos trabalhadores.

Capitulo 3

Trabalho Desenvolvido no Grupo NEAR

3 TRABALHO DESENVOLVIDO NO GRUPO NEAR

Na globalidade, o Grupo NEAR é uma empresa de construção habilitada a todas as vertentes, desde conceção, renovação, construção e manutenção. Não existe seleção entre os diferentes tipos de edifícios e de problemas existentes, bem como limitação da área geográfica, permitindo uma polivalência de conhecimentos em todos os tipos de situações.

Na primeira fase pela empresa o desafio foi a absorção do máximo possível de experiências no menor tempo possível, desde a compreensão e elaboração de mapas de quantidades e interpretação de vários pormenores construtivos para a descrição dos mesmos.

O tempo despendido na empresa, possibilitou a presença em cerca de 60 situações com elaboração de orçamentos.

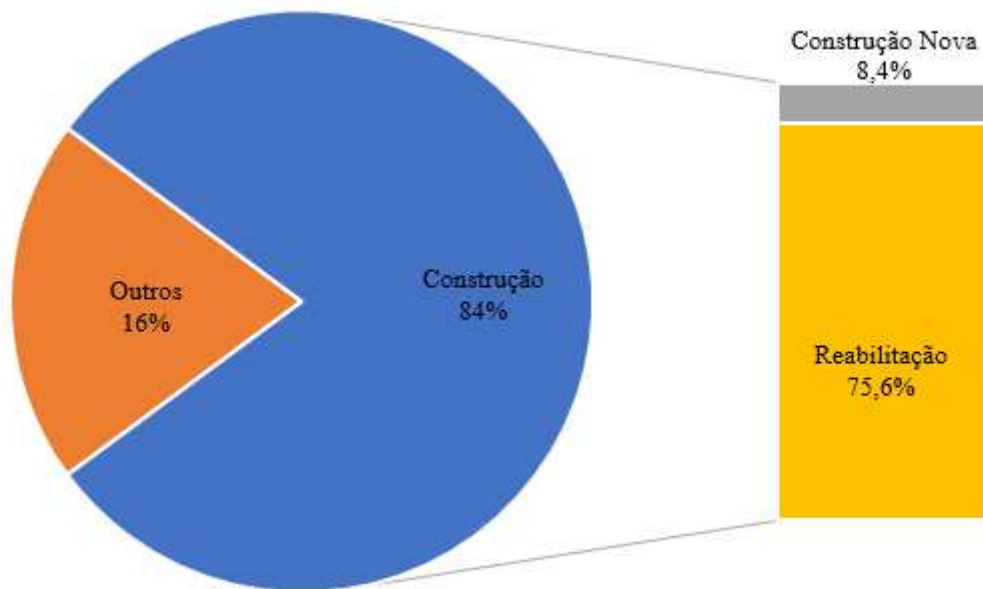


Figura 4 - Gráfico sobre incidência na construção (Grupo NEAR)

Todas as situações envolvidas, que maioritariamente eram enquadradas com a construção, que representaram cerca de 84% dos trabalhos. Como já era esperado, as solicitações para reabilitação eram praticamente diárias, existindo poucos casos de construção de raiz. Ainda assim, o impacto é bastante elevado, 90% das situações são exclusivamente para reabilitação. Fazendo uma análise à grande percentagem de reabilitação, nem todas se prendiam a alterações estruturais, ou até a alterações arquitetónicas. Existiram pedidos para apenas

pinturas de paredes, colocação de lambrim ou até substituição do pavimento flutuante existente. Naturalmente, estes tipos de situações não requeriam grandes dificuldades de coordenação. Por outro lado, certos pedidos requeriam um levantamento mais cuidadoso e estudo dos pormenores construtivos dos materiais, como por exemplo, a criação de uma abertura para colocação de uma janela de sótão. Por fim, as reabilitações mais profundas, que por vezes passavam pela alteração de elementos estruturais, bem como demolição de grande parte do interior, com alteração de redes de água, rede elétrica (entre outros) já exigiam um maior cuidado e responsabilidade.

3.1 Estudo de Projeto e Orçamento

O Grupo NEAR funciona maioritariamente em parceria com a AM Arquitecto. Esta empresa que também pertence ao patrono Arquitecto Ângelo Monteiro e sediada no mesmo local de trabalho do Grupo NEAR, possibilitando levantamento das soluções pretendidas pelos clientes e também melhorando a comunicação entre arquitetura e construção.

No Anexo A está presente um mapa de quantidades realizado, de uma moradia a ser construída.

3.1.1 Medições

As medições são um elemento essencial para a contabilização total da obra. Na construção, um pequeno erro poderá levar rapidamente a uma diferença enorme no valor global da obra, podendo causar prejuízos irreversíveis. Desta forma, para tentar minimizar esses erros, em quase todos os elementos de medição era utilizado um acréscimo de 10%.

No NEAR Construção, para efetuar a medição recorria-se à ferramenta Microsoft Excel, que simplificava todos os valores e já tinha a ponderação do erro. Utilizava-se dois tipos de ferramentas para as medições:

- Medições gerais;
- Medições de estruturas de betão armado.

As medições gerais continham um mapa de cálculo simples, que assumia rapidamente a unidade pretendida, ou seja, se era quilograma, metro, metro quadrado, ou metro cúbico, através das dimensões escolhidas. Por exemplo, tornava-se de grande utilidade para poder medir paredes de alvenaria (metros quadrados) ou pavimentos flutuantes (metros

quadrados). As quantidades obtidas podiam ser parciais ou totais, isto é, quando existia mais que um artigo para o mesmo elemento estes podiam ser parciais e posteriormente com a soma de ambos obter-se-ia a quantidade total. As medições de estruturas metálicas são também efetuadas nesta folha de cálculo.

Um exemplo prático para as medições gerais, será considerar o fornecimento e aplicação de pavimento flutuante AC4 no quarto A que apresenta 5,00m de comprimento e 3,50m de largura e no quarto B que apresenta 6,00m de comprimento e 4,00m de largura. Assim sendo, as quantidades parciais serão 17,50m² e 24,00m², respetivamente. A quantidade total será de 45,65m² (incluindo já erros e desperdícios).

As medições de estruturas de betão armado requerem um trabalho mais exaustivo, isto devido à elevada quantidade de elementos estruturais e de diferentes dimensões e varões existentes. Este mapa de cálculo era constituído por: quantidade de betão (metro cúbico); quantidade de cofragem (metro quadrado); quantidade de varões (quilograma); malhasol (metro quadrado).

Na quantificação do betão é adotado o mesmo método que nas medições gerais, em que é calculado o produto entre o comprimento, largura e altura (ou espessura). O cálculo da cofragem é imediatamente feito a partir do elemento em questão, ou seja, a partir do momento em que na folha de cálculo é assumido o elemento (fundação, viga, pilar ou laje), é calculado automaticamente a quantidade de cofragem necessária. O cálculo da quantidade de malhasol é também um processo simples sendo apenas o produto entre comprimento e largura. Por último, os varões de aço são medidos por tipo de varão e posteriormente por metro, em que no final se obtém o peso pretendido desses varões. Diferente de todos os tipos de medições, os varões apresentam vários tipos de desperdícios face às dobragens da armadura e de corte da mesma. Na Tabela 5 é possível observar a quantidade de aço que é quantificado para o desperdício e também o peso por metro de varão.

Tabela 5 - Desperdícios e peso por metro de aço

Dimensão do varão (mm)	Peso por metro (kg)	Desperdícios (%)
6	0,222	9
8	0,395	11
10	0,617	13
12	0,888	15
16	1,580	18

20	2,470	22
25	3,880	25
32	6,310	28

3.1.2 Orçamentação da Obra

Com a grande utilização de ferramentas eletrônicas, existe então várias ferramentas para elaboração de orçamentos. Na NEAR Construção, utiliza-se o Microsoft Excel, com tabelas previamente formatadas, sendo necessário a introdução de todos os capítulos e subcapítulos existentes, bem como os artigos e valores existentes.

De uma forma geral, o NEAR Construção tem um vasto número de fornecedores, podendo assim obter diferentes valores para a realização dos trabalhos.

Abordando diretamente as especialidades (estrutura, rede de águas, rede de esgotos, rede de águas pluviais e rede elétricas) e o estaleiro, os preços unitários da estrutura e estaleiro eram fornecidos diretamente pelo técnico especializado. Todos os outros valores relativamente às especialidades eram dados por fornecedores através do projeto existente.

Os restantes capítulos eram obtidos através de base de dados ou através de diferentes fornecedores.

Pela Tabela 6 é possível analisar a proveniência dos valores unitários.

Tabela 6 - Obtenção dos valores unitários

Capítulo	Descrição	Obtenção valores unitários
1.	Montagem e desmontagem de estaleiro	Técnico especializado
2.	Movimentação de terras	Base de dados
3.	Sistema estrutural	Técnico especializado
4.	Alvenarias	Base de dados
5.	Cobertura	Valor solicitado ao fornecedor
6.	Rebocos	Base de dados
7.	Revestimentos exteriores de paredes	Base de dados
8.	Revestimentos	Base de dados
9.	Especialidades	Valor solicitado ao fornecedor da especialidade

10.	Gesso cartonado	Base de dados
11.	Pinturas	Base de dados
12.	Carpintaria	Valor solicitado ao fornecedor
13.	Cantaria	Valor solicitado ao fornecedor
14.	Serralharia	Base de dados / Valor solicitado ao fornecedor
15.	Caixilharia	Valor solicitado ao fornecedor
16.	Estores	Base de dados
17.	Arranjos exteriores	Base de dados
18.	Diversos	Técnico especializado

Com a existência de diversos processos tornava-se necessário a existência de alguns valores tabelados. Mão de obra qualificada de determinadas artes e a maioria dos materiais (por exemplo tintas, gesso cartonado) requeria a existência de um preço unitário já definido, devido ao facto de grande parte dos trabalhos de reabilitação direcionarem para bastantes trabalhos de pintura e execução de paredes e/ou tetos em gesso cartonado. Os equipamentos também eram na maioria dos casos, valores já existentes. Gruas móveis, plataformas elevatórias, andaimes e equipamentos para movimentações de terras (cilindro, dumper, retroescavadora, entre outros) eram alguns dos equipamentos que registavam valores diários para aluguer.

Falando exclusivamente de materiais, quando o cliente não definia que tipo de cerâmico e/ou pavimento flutuante pretendia, era especificado no orçamento em questão que esses materiais iriam a um valor até 20€/m². Este valor existia para ser delimitado um valor máximo na escolha desse tipo de materiais, para que na possibilidade de adjudicação não criar dúvidas ao dono de obra em decidir o material pretendido. Outro tipo de material importante eram as tintas, sempre fornecidas pela CIN, em que se pretendia obter a melhor qualidade possível neste tipo de materiais. Assim sendo, esses valores eram catalogados e decidido pela empresa o melhor a ser utilizado na obra em questão.

3.1.3 Aprendizagem/Erros

Num momento de aprendizagem, a absorção de novas ideias foi sempre importante, mas também a possibilidade de expor as opiniões pessoais permitindo crescimento na área da construção civil.

Desde cedo foi inculcida a necessidade de saber interpretar projetos corretamente e mais importante, fazer a descrição dos trabalhos com a maior clareza possível para que na obra não existissem dúvidas para a sua execução. Posto isto, com a evolução do trabalho foi possível crescer e ajudar a crescer, com maior incidência nos seguintes tópicos:

- Nomenclatura da classe de resistência do betão armado;
- Tipo de aço utilizado;
- Dificuldade na descrição dos trabalhos.

A nomenclatura utilizada para a classe de resistência do betão regia-se pelo REBAP (Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado). Esta nomenclatura não estando errada já caiu em desuso há alguns anos, sendo a mais frequente regida pela NP EN 206-1.

Tabela 7 - Classe de resistência do betão

Classe de resistência (REBAP)	Classe de resistência (NP EN 206-1)
B15	C12/15
B20	C16/20
B25	C20/25
B30	C25/30
B35	C30/37
B40	C35/45
B45	C40/50
B50	C45/55
B55	C50/60

Os varões de aço utilizados no betão armado não sofriam grande distinção entre si. Apesar de em projeto estar corretamente definido os varões deveriam constar na descrição dos trabalhos. Assim sendo, apenas era utilizada a definição de A400 ou A500, existindo naturalmente diferentes tipos de varões dentro desses grupos. Os varões mais utilizados são:

A400NR (alta ductilidade); A400NR SD (ductilidade especial); A500 NR (alta ductilidade); A500NR SD (ductilidade especial).

O aço A400 NR apresentava duas séries de nervuras transversais com diferentes afastamentos nos dois lados do varão, e na mesma série as nervuras tem a mesma inclinação. Por outro lado, o aço A400NR SD continha duas séries de nervuras transversais com afastamento iguais e a mesma inclinação nos dois lados. Tanto o aço A400NR como o A400NR SD são laminados a quente. (Morais & Cachim, 2013)

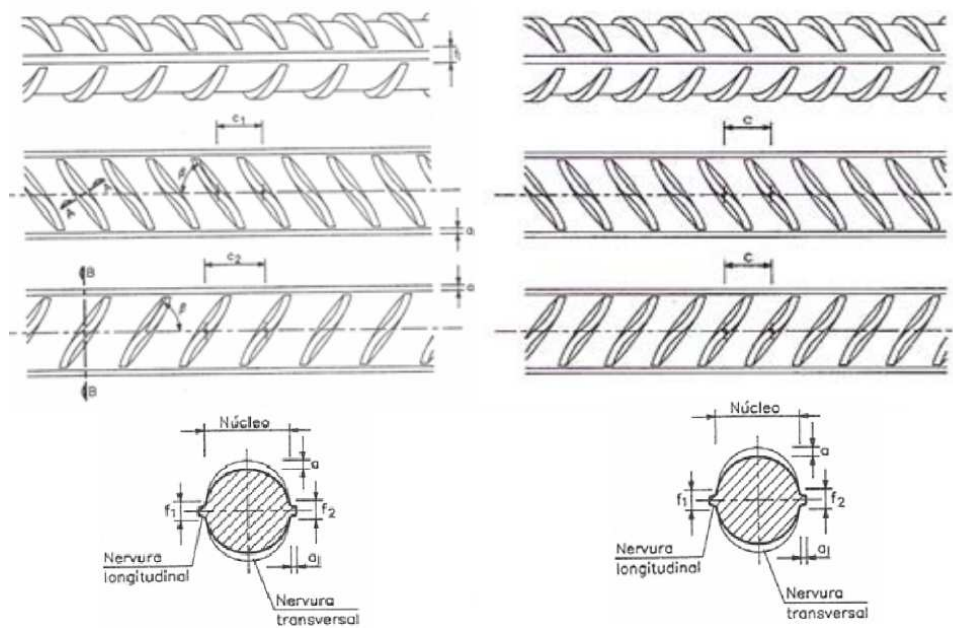


Figura 5 - Perfil aço A400NR e aço A400NR SD, da esquerda para a direita (Morais & Cachim, 2013)

O aço A500 NR apresenta duas séries de nervuras transversais, uma série com nervuras com a mesma inclinação e afastamento e a outra série tem duas subséries de nervuras com o mesmo afastamento, mas de inclinações diferentes. Por último, o aço A500NR SD contém duas séries semelhantes de nervuras transversais cada uma constituída por duas subséries e de inclinações diferentes e uniformemente espaçadas. Ambos são laminados a quente. (Morais & Cachim, 2013)

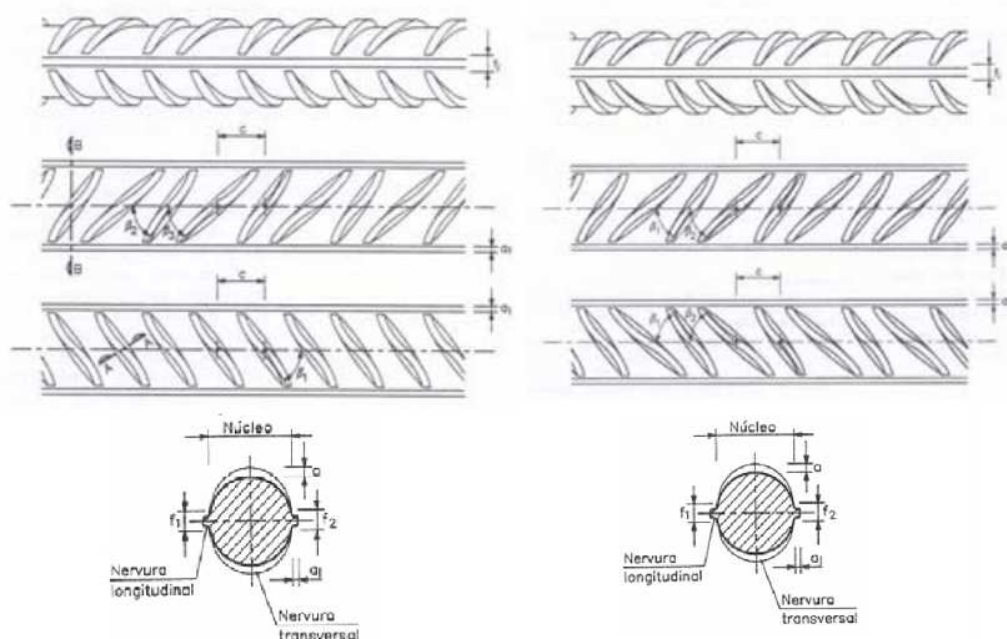


Figura 6 - Perfil aço A500NR e aço A500NR SD, da esquerda para a direita (Morais & Cachim, 2013)

Finalmente, a descrição dos trabalhos realizados foi inicialmente umas das maiores dificuldades do estagiário no processo de aprendizagem. O mapa de trabalhos deve ser sempre o mais claro, objetivo e minucioso no tipo de trabalhos a executar em obra, sem esse cuidado na apresentação da proposta pode levar a erros gravíssimos na conceção da mesma. Deve-se sempre que possível indicar a mão de obra necessária, materiais e equipamentos a utilizar. Um exemplo importante são os trabalhos em altura a realizar, se for necessário recorrer à utilização de plataforma elevatória deverá ser sempre descrito, tanto para o Diretor de Obra compreender o que necessita na execução e também das medidas de segurança a serem implementadas em obra.

3.2 Direção de Obra

Com a evolução pessoal e profissional dentro da empresa, houve um aumento de responsabilidade no desempenho de novos tipos de atividade no estágio. Juntamente com o patrono arquiteto Ângelo Monteiro e com o sócio-gerente Albino Caminha existiu a possibilidade de lidar com situações de obra, não de grande escala, mas sim que possibilitasse o entrosamento nesta vertente.

Durante o estágio curricular foi possível seguir de perto e auxiliar diretamente três obras:

- Vedação;

- Moradia bifamiliar;
- Remodelação de casa de banho.

De forma ligada à direção de obra foi possível estar presente em algumas assistências da Áreas, como já foi referido anteriormente, ligado a reparações domésticas, que tem impacto no conhecimento geral de todo tipo de situações.

3.2.1 Vedação

O primeiro trabalho relacionado com a direção de obra foi a vedação de um terreno em que a empresa teve adjudicação dos trabalhos. Juntamente com o sócio-gerente Albino Caminha, o estagiário seguiu de perto todas as etapas até a realização da obra.

Os trabalhos indicados descreviam o fornecimento e colocação de vedação até 2,00 metros de altura, incluindo a utilização dos postes existentes, bem como a criação de um portão para acesso automóvel. Desde a adjudicação foi dada inteira liberdade à NEAR Construção na escolha do tipo de material a ser colocado, desde vedação ao portão.

A primeira etapa a ser confirmada era se a medição dos elementos a serem colocados estava correta, ou seja, se não existiam erros de medição. Como a adjudicação dos trabalhos aconteceu bastante tempo após a apresentação da proposta, tornou-se essencial a confirmação desses valores. No terreno foi possível confirmar a existência de 95,00 metros lineares de vedação, e pelo mapa de quantidades estaria um erro porque apenas foi considerado 80,00 metros lineares. Estes tipos de erros não deveriam acontecer em obras de pequeno porte, porque erros de medições com pequenos trabalhos levam a uma menor margem de possível lucro por parte da empresa.

A segunda etapa passava pela renegociação do orçamento com a subempreitada, devido aos erros de medições existentes. Optou-se assim por uma rede malha solta plastificada, sendo uma rede de qualidade média-alta em detrimento da colocação de uma rede de qualidade alta, algo que não era prioritário para o dono de obra pelo facto da vedação a instalar ser algo temporário (a médio prazo) e não permanente. Estudou-se também a possibilidade de colocação de alguns postes novos devido à degradação dos existentes e da medida recomendada entre postes ser de 4,00 em 4,00 metros e haver determinados espaços entre postes com medidas superiores. Concluiu-se assim que seria necessário a inserção de 2 novos postes em obra para a realização da vedação. Alguns postes previamente existentes já se

encontravam pendidos, devido ao maciço de fundação dos mesmos estar à vista, o que foi considerado desde o início a formação de novos maciços para a recolocação dos postes. Por fim, a colocação de um portão para a entrada de veículos com cerca de 4,00 metros iria ser feita por outra subempreitada, mas com a decisão do dono de obra da vedação ser algo temporário optou-se então por entregar à subempreitada que iria fazer a vedação e utilizar painéis amovíveis de rede electrosoldada com arame pré-zincado com duas peças de betão para base de suporte. Com todas estas decisões e apesar dos erros de medições existentes foi possível atingir o valor inicialmente delimitado pelo NEAR Construção.



Figura 7 - Exemplo de rede e portão utilizado

A última etapa, que passava pela realização da obra ficou a encargo do sócio-gerente Albino Caminha devido á logística da equipa da NEAR Construção. A obra foi realizada durante 1 dia útil.

3.2.2 Moradia Bifamiliar

Para a realização desta obra, o estagiário seguiu todas as etapas, desde a medição e orçamento como as intervenções a realizar. Apesar de não ser necessária nenhuma intervenção a nível estrutural existiam vários pontos que necessitavam de rápida resolução derivado à sua localização geográfica (que se encontrava na primeira linha do mar), o que levava a grande degradação de certos elementos.

No Anexo B está presente o mapa de trabalhos e quantidades relativas à intervenção a realizar. Apesar de serem apontados vários trabalhos o Dono de Obra decidiu apenas agir em pontos de maior necessidade. Assim sendo, existiram 3 trabalhos a realizar na obra:

substituição do portão (capítulo 1.2 e 5.2); colocação de recuperador de calor (capítulo 7.1 e 7.2); arranjos exteriores (capítulo 9.1 e 9.2).

Com a adjudicação da obra seguiu-se a confirmação das medições fornecidas e de todos os elementos, para encomendar os materiais. Para os arranjos exteriores todas as medições e trabalhos estavam de acordo com o descrito. Relativamente ao recuperador de calor, as medidas também correspondiam, apesar de ser necessária a demolição das paredes laterais em tijolo maciço que afunilavam e não permitiam ao encaixe do mesmo. Por último, o Dono de Obra optou pela colocação de um portão basculante automático. Esta alteração levou a ser necessária outra demolição, desta vez do teto em gesso cartonado presente na garagem (que apresentava sinais de humidade) para a colocação do motor do portão.

Com a organização dos trabalhos a serem realizados concluiu-se que apenas haveria ligação dos elementos a serem demolidos. Assim sendo, os trabalhos para os arranjos exteriores arrancaram imediatamente após à adjudicação da obra porque não haveria nenhuma incompatibilidade com os outros trabalhos. A demolição do teto em gesso cartonado e das paredes da lareira foram efetuadas na mesma manhã em que começaram os arranjos exteriores e a colocação do recuperador de calor aconteceu durante a tarde. Para a remoção do portão basculante existente e fornecimento e colocação do novo portão automático iria atrasar a entrega da obra devido ao fabrico do mesmo, uma vez que não há medidas standard e procedeu-se ao fabrico por medida (cuja espera seria 10 dias úteis).

Para necessidade de habitabilidade o Dono de Obra pretendia que a realização da obra não excedesse 5 dias úteis (1 semana), foi informado que não seria possível devido à encomenda do portão ser demorada. Foi uma situação de resolução rápida pois não influenciaria em nada as condições para ser habitado no prazo pretendido e a substituição do portão poderia acontecer após o prazo.

3.2.3 Remodelação de Casa de Banho

Como último grande trabalho na NEAR Construção, o estagiário teve oportunidade de guiar uma obra do início ao fim sendo responsável de toda a logística envolvida durante o desenvolvimento dos orçamentos e também na gestão dos recursos humanos durante a obra. No Anexo C está presente o mapa de quantidades e de trabalhos da remodelação da casa de banho. De uma forma geral, os trabalhos dessa remodelação retratavam a remoção das louças

sanitárias existentes e substituição de banheira por base de duche (com a respetiva alteração da rede de abastecimento de água), e posterior colocação dessas louças após a colocação de um revestimento. Esse revestimento seria colocado por uma empreitada diferente, pelo que à NEAR Construção competia os restantes trabalhos.

Para a execução da obra foi delimitado 8 dias úteis. Posto isto, sendo uma obra de pequeno porte e com poucos trabalhos utilizou-se a ferramenta Microsoft Excel para a distribuição dos capítulos do mapa de trabalhos, como é possível observar na Tabela 8.

Tabela 8 - Distribuição de trabalhos

Capítulo	Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Segunda-feira	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
1.1		X						
1.2	X							
1.3	X							
1.4		X						
1.5		X						
2.1					X	X		
2.2			X	X				
2.3				X				
2.4							X	
2.5							X	
2.6							X	

As distribuições dos trabalhos tiveram em conta que todas as louças retiradas que não seriam para recolocar eram acondicionadas na garagem do Dono de Obra, pelo que a sua remoção teria que ser efetuada com o maior cuidado possível. Foi também delimitado pelo Dono de Obra antes do início da obra que seria necessário proteger todos os locais a utilizar. Assim sendo, como a NEAR Construção não tinha em stock foi necessário encomendar cartão cancelado e bolha de ar para colocar pelo pavimento e esquinas da moradia desde a entrada até a casa de banho que iria sofrer as obras. Este foi o primeiro erro do estagiário durante a execução da obra porque não houve confirmação destes materiais em stock e não foram devidamente cotados.

Com o início da realização de obra foi necessário então efetuar toda a proteção dos locais dos trabalhos para não existirem danos no pavimento e paredes. Com todos os procedimentos

iniciais partiu-se assim para as remoções das louças sanitárias e dos seus acessórios, que saíram todas com relativa facilidade e foram devidamente embaladas e guardadas, à exceção da banheira, que foi necessário partir o azulejo para conseguir remover sem danificar a mesma. No primeiro dia de trabalhos estaria previsto também a abertura de roços para o reposicionamento da rede de abastecimento de água, algo que apenas aconteceu no dia seguinte.

No segundo dia de trabalhos, em conjunto com o arquiteto Ângelo Monteiro e o Dono de Obra, ficou também acordado a criação de um nicho na parede, algo que inicialmente não estava planeado durante a formulação do orçamento e dos trabalhos a executar. Durante o mesmo dia, foi executada a abertura de roços e também a alteração da rede de abastecimento de água que se prolongou para o dia seguinte e não estava previsto, levando assim a um atraso da obra.

O rebaixamento inicialmente previsto sofreu alterações pelo que se teria que fazer um enchimento e não rebaixamento. Utilizou-se betonilha para realizar esse enchimento, e foi efetuado com algum atraso porque apenas foi executado na quinta-feira de manhã.

A realização do nicho na parede foi feita também durante a manhã de quinta-feira. Devido à falta de comunicação entre o estagiário e a empreitada que iria aplicar o revestimento, a obra atrasou mais um dia porque não foi transmitido à empreitada que seria necessário deixar a superfície pronta a aplicar. As paredes foram devidamente rebocadas durante a tarde e a obra foi entregue à outra empreitada com atraso de um dia. A colocação do revestimento nas paredes sofreu também atrasos, sendo apenas entregue a NEAR Construção na quarta-feira da semana seguinte, estando assim no último dia para entrega da obra. As execuções dos últimos trabalhos foram cumpridas dentro do prazo estabelecido, havendo também tempo para a execução da limpeza final da obra para entrega.

Em suma, apesar de todas as situações não previstas e de atraso a obra foi entregue dentro do prazo estabelecido. Economicamente, os únicos custos não considerados pelo estagiário foram o cartão cancelado e bolha de ar.

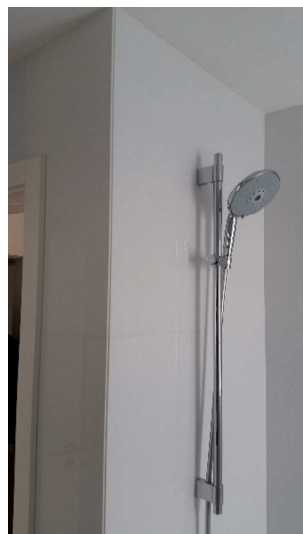


Figura 8 - Remodelação de casa de banho

3.2.4 Reparações

Como já referido anteriormente, a Áreas é uma marca especializada em assistências ao domicílio por parte de técnicos especializados. Para quem pretende desempenhar funções de Diretor de Obra torna-se essencial estar dentro da maioria de situações possíveis, ou seja, mesmo sendo estas assistências de reparações é possível verificar processos construtivos ou

aplicação incorreta de determinados materiais. Durante as assistências o estagiário teve a oportunidade de presenciar:

- Reparação e substituição de caleiras;
- Presença de humidade devido à incorreta colocação de bases de duche e/ou banheiras;
- Reparação de estores;
- Reparação de recuperador de calor;
- Entre outros.

É importante um Diretor de Obra estar informado do maior tipo de soluções existentes para no decorrer da obra não ocorrerem erros que poderiam ser evitados. As assistências da Áreas transmitiram um pouco desse conhecimento.

Capitulo 4

Madeira Estrutural

4 MADEIRA ESTRUTURAL

A madeira é um material orgânico com grande complexidade, é um material que apresenta uma resistência elevada e é bastante leve. Existe naturalmente inúmeras espécies de madeira, que ronda 16000 tipos de madeira e que apenas 12,5% é utilizado na construção. (Cachim, 2014)

Este tipo de material beneficia do seu crescimento natural e das condições a que está sujeito, obtendo assim diferentes tipos de resistências em diferentes locais de crescimento.

4.1 Estrutura macroscópica

O crescimento natural das árvores ocorre segundo três direções: na direção axial, na direção radial e na direção tangencial. Na direção axial, acontece o transporte da seiva, na direção radial desenvolvem-se os traqueídeos radiais, permitindo a comunicação tridimensional entre diversas camadas de células e a direção tangencial é a direção ativa, onde as células se dividem de forma a proporcionar o crescimento diametral.

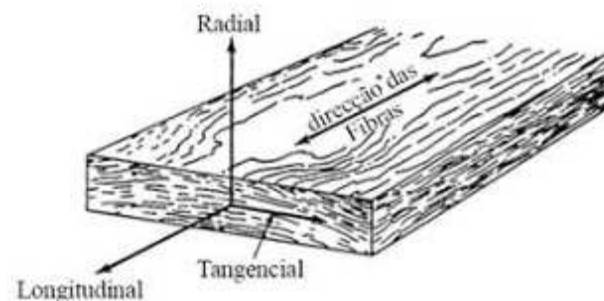


Figura 9 - Direções de crescimento

Macroscopicamente é possível dividir em cinco zonas: a medula, o cerne, o borne, o câmbio e a casca. Pela Figura 10 é possível identificar quais as zonas indicadas anteriormente.

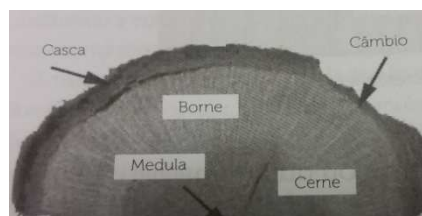


Figura 10 - Corte transversal de uma árvore (Cachim, 2014)

A medula é a parte do centro do tronco, é um tecido macio que não apresenta qualquer resistência mecânica nem qualquer durabilidade.

O cerne é constituído por células mortas e tem uma cor mais escura que o borne. A principal função destas células é a sustentação do tronco. Consequentemente, graças à sua constituição por células mortas apresenta maior resistência e não atrai insetos ou outros agentes.

O borne, ao contrário do cerne, é constituído por células vivas e constitui a restante zona até à casca. Estas células conduzem a seiva proveniente das raízes e armazenam nutrientes.

O câmbio é a zona de transição entre a casca e o borne, que consiste numa camada fina de células vivas. Nesta zona é realizada a transformação dos amidos e açúcares em lenhina e celulose.

Por último, temos a casca, que é a camada externa constituída por duas camadas: uma externa (que contém células mortas), designada por ritidoma e outra interna, constituída por tecidos vivos que conduzem o alimento preparado nas folhas para as partes em crescimento. (Coutinho, 1999)

4.2 Classificação botânica

Anatomicamente existem dois grupos botânicos que diferenciam as madeiras: as gimnospérmicas (também denominadas como resinosas, coníferas) e as angiospérmicas (também conhecidas como folhosas).

Desta forma, o grupo das angiospérmicas pode ser dividido em dois grupos: as monocotiledóneas e as dicotiledóneas. O primeiro apresenta uma resistência estrutural baixa e são por exemplo, os bambus e palmeiras. As geralmente designadas como folhosas inserem-se no segundo grupo, sendo que tem madeira de baixa e de alta qualidade.

O grupo botânico das gimnospérmicas é composto por quatro classes, das quais apenas duas têm capacidade de produzir madeira estrutural, sendo a classe *coniferopsidos* e a ordem *conifiérales* conhecida por coníferas. (Júnior, 2006)

4.2.1 Resinosas

As resinosas são conhecidas pelo seu crescimento rápido. Este grupo de madeira apresenta tanto benefícios como contrapartidas. O seu valor comercial é naturalmente mais baixo, por

apresentar uma maior disponibilidade no mercado. Por outro lado, devido ao seu crescimento apresentam densidades e capacidades resistentes reduzidas. (Cachim, 2014)

Estruturalmente as resinosas são maioritariamente constituídas por parênquima e traquéidos. O parênquima é constituído por células vivas com dimensões regulares e acumulam as substâncias produzidas na fotossíntese. Os traquéidos, também conhecidos como fibra, são células que apresentam funções de transporte da seiva bruta e pelo suporte da árvore. (Coutinho, 1999)

Tabela 9 - Origem das espécies resinosas

Designação	Origem
Pinho Bravo	Europa
Pinho Manso	Europa
Pinho Silvestre (Casquinha)	Europa
Abeto Branco	Europa
Espruce	Europa
Teixo	Europa / Ásia / África
Pitespaine	América

4.2.2 Folhosas

A estrutura das folhosas é bastante mais complexa que as resinosas. Desta forma, o crescimento destas é bastante mais lento, levando a um maior valor comercial e consequentemente a uma densidade elevada.

Contrariamente ao que acontece nas resinosas, o transporte de seiva bruta e de suporte da árvore não depende dos traquéidos. O transporte da seiva bruta é assegurado pelos vasos, que são um conjunto de tubos longitudinais de células. (Coutinho, 1999)

Tabela 10 - Origem das espécies folhosas

Designação	Origem
Carvalho Roble	Europa (Portugal)
Castanho Manso	Europa (Portugal)
Eucalipto Vulgar	Oceânia
Choupo Branco	Ásia

Nogueira Brava	Europa / Ásia
Cerejeira	Ásia
Freixo	América

4.3 Propriedades físicas da madeira

Sendo a madeira um material orgânico torna-se essencial conhecer as suas propriedades físicas para uma escolha cuidada da madeira a ser utilizada, isto porque as propriedades mecânicas das diferentes espécies dependem de um controlo minucioso das propriedades físicas.

Neste capítulo pretende-se abordar os principais tipos de propriedades físicas da madeira.

4.3.1 Teor em água e higroscopicidade

A água existente na madeira pode ser encontrada em três formas: água livre, água de constituição e água de impregnação. A água livre preenche os vazios celulares e é expulsa com relativa facilidade por secagem natural e não causa variação dos elementos de madeira. A água de constituição, encontra-se combinada com os principais constituintes do material lenhoso, esta água não é eliminada em estufa, apenas acontece quando a estrutura molecular é destruída. A água de impregnação encontra-se nas paredes celulares e mantém-se ligada às mesmas por pontes de hidrogénio e forças de Van der Waals, necessitando assim de maior energia para a sua libertação, podendo em geral ser libertada por aquecimento em estufa a 103°C. Esta libertação leva a alteração ao aumento ou diminuição do volume da peça, dependendo do grau de humidade existente. (Negrão & Faria, 2009)

Existem madeiras que apresentam teores de água superiores a 100%, tendo até madeiras submersas que atingem valores compreendidos entre os 150% e os 200%. Com o abate das árvores, a água livre existente é imediatamente libertada, diminuindo rapidamente o teor de água da madeira. Esta alteração do teor em água depende de alguns fatores como por exemplo a temperatura do ar a que está sujeita. A este fenómeno dá-se o nome de higroscopicidade, em que tenta manter um equilíbrio entre o exterior e o interior, alterando assim as propriedades físicas e mecânicas da madeira.

As madeiras são classificadas de acordo com o seu teor de água.

Tabela 11 - Classes de madeira de acordo com o teor em água

Classe	Teor de água (%)
Madeira saturada	> 70
Madeira verde	70
Madeira semisseca	23
Madeira seca	18 – 23
Madeira seca ao ar	13 – 18
Madeira dessecada	0 – 13
Madeira completamente seca	0

Para a madeira estrutural, é importante ter a madeira com um teor em água o mais próximo possível da humidade de equilíbrio higroscópico de forma a evitar alterações volumétricas que possam causar anomalias.

4.3.2 Retração

A retração ocorre quando o teor de água é inferior ao ponto de saturação das fibras da madeira. A retração da madeira é um fenómeno associado à redução das dimensões da peça, originada pela saída da água de impregnação. Assim sendo, as variações dimensionais são a causa de inúmeras patologias e requer uma atenção especial.

O que torna mais particular a retração é que a madeira apresenta um comportamento anisotrópico, ou seja, apresenta comportamentos diferentes nas três direções: axial, tangencial e radial.

Na direção axial não gera grandes diferenças volumétricas (cerca de 0,5%), e é a que menos afeta a peça, quando comparada às outras direções. Na direção radial pode apresentar valores na ordem dos 3,8% e tangencialmente os valores já crescem para o dobro (cerca de 8,0%). (Correia, 2006)

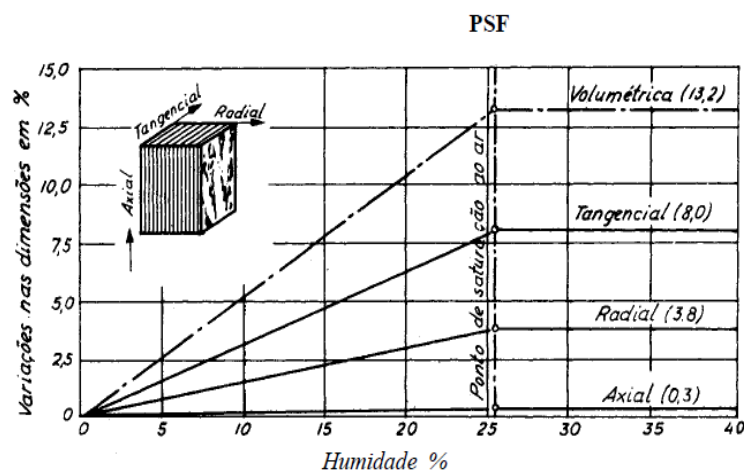


Figura 11 - Curvas de retração (Coutinho, 1999)

Como é possível observar na Figura 11, também acontece o processo inverso quando a madeira fica exposta a condições de elevada humidade o seu volume aumenta (incha).

Para minorar os efeitos da retração existem medidas a ser tomadas, como a utilização de madeiras com retração reduzida, utilizar um corte radial nas peças, utilizar impermeabilização na superfície da peça com recurso a vernizes e pinturas próprias.

4.3.3 Densidade

A densidade (ou massa volúmica) é das propriedades físicas mais importantes, pois está relacionada com a maioria das propriedades mecânicas da madeira e geralmente as madeiras mais pesadas são mais resistentes. É de notar que esta relação não será sempre linear e requer alguma atenção, devido à existência de diversas espécies de madeira. A densidade é uma medida de peso da madeira por unidade de peso e está relacionada com o teor em água. (Correia, 2006)

4.3.4 Reação e resistência ao fogo

É do conhecimento geral que a madeira é um material combustível, devido à sua composição química, que tem presente carbono e oxigénio. A presença do fogo na madeira tem uma explicação muito peculiar, isto é, a madeira apresenta uma fraca reação ao fogo, mas muito melhor a sua resistência ao fogo. A madeira apresenta uma má condutibilidade térmica, o

mesmo não acontece com os outros tipos de estruturas na construção, como por exemplo estruturas metálicas ou estruturas de betão armado, o que oferece uma boa resistência.

Tabela 12 - Condutibilidade térmica dos materiais

Material	Kg/m ³	W/m.K
Madeira resinosa de média densidade	≤ 600	0,15
Madeira resinosa de alta densidade	≤ 700	0,18
Madeira folhosa de média densidade	≤ 850	0,18
Madeira folhosa de alta densidade	≤ 1000	0,23
Betão e bloco de betão		1,40 ≤ 1,75
Aço		50
Alumínio		230

É importante entender o processo de combustão da madeira. Quando a peça está exposta ao fogo, a camada externa age como uma espécie de isolante que é a camada carbonizada. Depois da camada externa existe uma camada intermédia que tem cerca de 5mm em que há alteração nas propriedades da madeira. Todo o interior da madeira encontra-se em perfeito estado, não tendo perdido qualquer resistência. Face ao problema do fogo, no dimensionamento secções é possível adotar maiores dimensões, cerca de 2 a 3 cm. (Negrão & Faria, 2009)

A madeira quando comparada ao aço apresenta melhores resistências ao fogo. O aumento da temperatura afeta as propriedades mecânicas do aço, o que atinge a plastificação a temperaturas muito inferiores quando comparadas com as temperaturas da madeira no colapso. Assim sendo, nas estruturas de madeira é necessário ter uma atenção cuidada nas ligações, que em regra são ligações metálicas, o que poderá ser prejudicial caso não tenha a devida atenção. (Pinto, 2004)

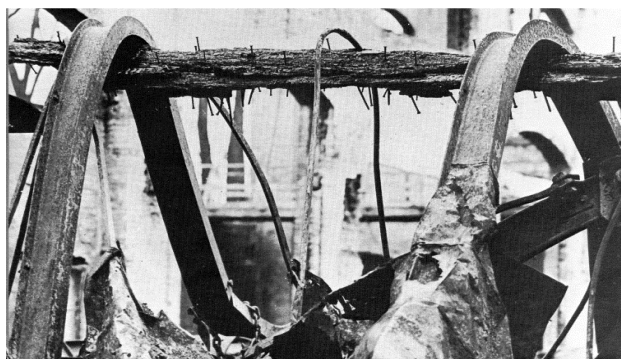


Figura 12 - Vigas de madeira e de aço após estarem sujeitas ao fogo (Pinto, 2004)

4.4 Propriedades mecânicas da madeira

A madeira como material heterogêneo e anisotrópico oferece diferentes resistências em diferentes solicitações. Como mencionado anteriormente, o seu crescimento é feito em três direções: axial, radial e tangencial, pelo que os seus valores de resistência variam consoante a sua direção. Assim sendo, as propriedades mecânicas não poderão ser analisadas na sua globalidade.

Estruturalmente o comportamento da madeira apresenta também complexidade, estando sujeita a todo tipo de esforços. Como as árvores estão normalmente sujeitas à ação do vento a sua resistência à flexão torna-se um dado importante, bem como estarem sujeitas ao seu peso próprio (esforços de compressão).

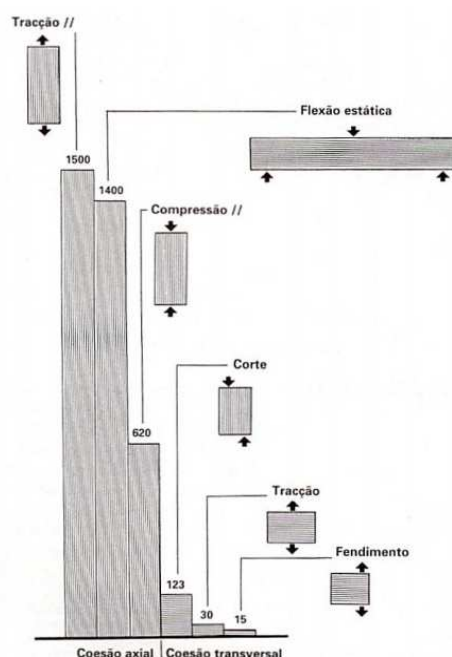


Figura 13 – Valores de resistência global, em função do esforço (Carvalho, 1996)

4.4.1 Resistência à compressão

Na madeira é necessário distinguir entre a compressão axial e a transversal, ou seja, esforços existentes paralela ou perpendicular às fibras. Em todas as propriedades da madeira, a resistência perpendicular à fibra é muito inferior à correspondente na direção paralela. O comportamento à compressão é quase linear até ao valor máximo de resistência, contudo a rotura é dúctil. (Correia, 2006)

Quando estudada a compressão paralela à fibra, esta solicitação no sentido axial provoca separação das fibras longitudinais, o que faz com que diminua a sua resistência global. Os valores característicos da resistência estão compreendidos entre os 16 e os 29 MPa para as resinosas, e entre os 23 e os 34 MPa para as folhosas. Este tipo de compressão ocorre geralmente em pilares e montantes, havendo uma especial atenção nos elementos compridos devido á encurvadura.

Na compressão perpendicular à fibra os valores característicos da resistência variam entre os 2,0 e os 3,2 MPa para as resinosas e os 8,0 e os 13,5 MPa para as folhosas, o que é um valor extremamente baixo quando comparado à compressão na outra direção. Este tipo de esforços ocorre principalmente nas zonas de apoio das vigas, onde naturalmente se concentra toda a carga em pequenas superfícies que devem ser capazes de transmitir a reação de apoio sem sofrer deformações importantes e plastificações. (Cachim, 2014)

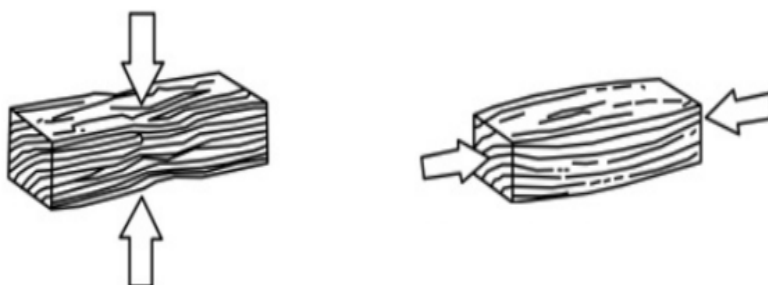


Figura 14 - Compressão perpendicular e paralela às fibras (Ritter, 1990)

4.4.2 Resistência à tração

A resistência á tração, apresenta similaridades á resistência à compressão, isto é, a sua resistência varia se a carga é aplicada axialmente ou transversalmente às fibras. Dada a natureza da estrutura fibro-anatómica da madeira, é possível afirmar que a resistência no sentido paralelo às fibras é muito elevada, quando comparada a outros esforços como a compressão axial.

A madeira tem elevada resistência à tração paralela à fibra, podendo na madeira livre de defeitos, atingir valores superiores aos conseguidos em flexão. Estes valores devem-se ao facto de na solicitação axial, provoca aproximações da fibra, contribuindo para o aumento da coesão e aderência da peça.

Por outro lado, a resistência à tração na direção perpendicular às fibras é extremamente reduzida (entre 30 a 70 vezes inferior na direção paralela). O valor característico desta propriedade varia entre os 0,4 e os 0,6 Mpa. Este baixo valor na resistência é facilmente explicado pelo reduzido número de fibras que a madeira tem na direção perpendicular. (Cachim, 2014)

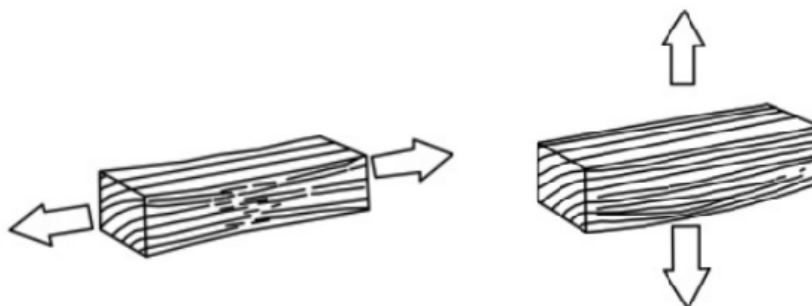


Figura 15 - Tração paralela e perpendicular às fibras (Ritter, 1990)

4.4.3 Resistência à flexão estática

A resistência à flexão pode ser considerada a propriedade mais importante da madeira, isto porque a maioria dos elementos estruturais encontram-se submetidos a este tipo de esforços. Estes valores podem atingir valores muito próximos da resistência à tração axial, na ordem dos 90%.

Apesar de os elementos metálicos apresentarem melhores propriedades para resistir aos esforços de flexão, a madeira é notoriamente mais resistente que os elementos não metálicos, devendo-se bastante à sua relação resistência-peso.

O módulo de elasticidade à flexão estática na direção do fio é uma propriedade muito importante na análise estrutural, constituindo-se como um indicador ou medida da flexibilidade ou rigidez de um material. (Negrão & Faria, 2009)

4.4.4 Resistência ao corte

A resistência ao corte da madeira é bastante reduzida, ainda assim, a rotura por corte pode ser quantificada pela ação de 3 tipos de tensões tangenciais que são: (Negrão & Faria, 2009)

- Normais às fibras;

- Paralelas às fibras;
- Obliquas às fibras.

Assim sendo, quando a rotura ocorre no plano das fibras, estas deslizam umas sobre as outras, podendo este escorregamento ocorrer na direção paralela ou perpendicular às fibras. Por outro lado, o corte perpendicular às fibras acontece quando estas são cortadas transversalmente devido ao esforço atuante. Os valores característicos da resistência ao corte (por deslizamento) estão compreendidos entre os 1,7 e 3,8 Mpa para as resinosas e entre os 3,0 e os 6,0 Mpa para as folhosas. (Cachim, 2014)

4.4.5 Resistência ao fendimento

O fendimento como o próprio nome indica é uma rachadura ou fenda, uma característica típica nos materiais fibrosos, como o caso da madeira. Esta propriedade pretende traduzir a coesão ou resistência da madeira ao descolamento entre as fibras, provocado por um esforço de tração transversal em apenas uma das superfícies. Este tipo de solicitações, deve sempre que possível ser evitada.

As espécies com densidade baixas, como resinosas e folhosas leves, apresentam uma menor resistência ao fendimento (por exemplo o choupo). Por outro lado, as madeiras mais densas a sua resistência é notoriamente superior. (Correia, 2006)

4.4.6 Resistência à fadiga

A resistência à fadiga é quando um certo elemento estrutural está sujeito a cargas alternadas, como compressão ou tração e a peça se deforma sem atingir a rotura.

Através de dados experimentais foi possível obter as seguintes considerações: (Carvalho, 1996)

- O quociente entre a resistência à fadiga e a resistência à flexão estática é, em média, da ordem de um terço ($1/3$);
- A cota de fadiga (quociente entre a resistência à fadiga e a massa volúmica) da madeira é da ordem de 6 a 7, enquanto que para o alumínio é de 5, sendo de 2 a 3, para alguns aços especiais;

- O teor em água tem grande influência no valor da resistência à fadiga, sendo que para cada diminuição de 1% do valor, se verifica uma redução de cerca de 3% a 4% do valor da resistência à fadiga.

4.4.7 Fluência

A fluência é por si uma característica que depende exclusivamente do tempo e pode ser também conhecida como resistência a cargas de longa duração. Assim sendo, esta característica mecânica corresponde à deformação ou perda de resistência de um elemento estrutural, quando sujeito a cargas superiores ao limite do material.

A madeira quando sujeita a uma carga permanente, ao longo do tempo, a sua deformação pode atingir um valor e ser constante a tempo infinito, ou pode aumentar progressivamente até atingir a rotura da peça. Estas situações dependem diretamente da intensidade da carga e do material. (Raimundo, Correa, Lilian, Aguiar, & Buarque, 2014)

A fluência torna-se um fator importante a ser controlado na madeira, pelo que é necessário ter em conta medidas antes da sua aplicação (alguns deles já referenciados anteriormente): (Negrão & Faria, 2009)

- Garantir que o elemento estrutural não está sujeito a grandes variações térmicas e higrométricas;
- Montar os elementos estruturais devidamente estabilizados, em termos de teor de água;
- Sobrestimar as cargas atuantes sobre a estrutura ou subestimar o valor do módulo de elasticidade, para efeitos de dimensionamento, de forma a impedir que o elemento estrutural entre em regime plástico;
- Recorrer a contra flechas.

4.5 Madeiras e derivados

4.5.1 Madeira maciça

A madeira maciça apresenta a forma mais simples para utilização estrutural, ou seja, é obtida a partir dos troncos e não necessita de efetuar qualquer tipo de colagem, também pode ser

dividia em 2 grupos: madeira serrada, que regularmente toma forma quadrada ou retangular e a madeira redonda que tem forma cilíndrica. A madeira maciça em regra apresenta comprimentos máximos de 6m, podendo exceccionalmente atingir 8m. (Cachim, 2014)

É necessário garantir qualidade e resistência à peça para a sua utilização. Assim sendo, existem normas para esses efeitos.

O sistema europeu de classificação de madeiras baseia-se em 4 normas, da série EN14081, que foram editadas em 2005:

- EN14081:1 – Timber Structures – Strength graded structural timber with retangular cross section – Part 1 – General equirements;
- EN 14081:2 – Timber Structures – Strength graded structural timber with retangular cross section – Part 2 – Machine grading: additional requirements for initial type testing;
- EN 14081:3 – Timber Structures – Strength graded structural timber with retangular cross section – Part 3 – Machine grading: additional requirements for production control;
- EN 14081:4 – Timber Structures – Strength graded structural timber with retangular cross section – Part 4 – grading machine settings for machine controlled systems.

Por outro lado, a classe de resistência consiste na atribuição das principais propriedades físicas e mecânicas a uma dada população de madeiras para estruturas. Estas classes permitem que o projetista tenha uma maior facilidade na definição de qual madeira utilizar e assim utilizar já valores previamente tabelados para o seu dimensionamento.

As classes de resistência mecânica definidas na norma europeia EN 338:2003 “Structural Timber – Strength classes”, encontram-se divididas em C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 e C50, para as resinosas, e D30, D35, D40, D50, D60, D70, para as folhosas. A letra C refere-se a resinosas (de Coniferous – resinosas em inglês) e o número indica o valor da resistência característica à flexão na direção do fio. A letra D refere-se a folhosas (de Deciduous – folhosas em inglês) e o número indicia o valor da resistência característica à flexão na direção do fio. (Cachim, 2014)

Tabela 13 - Classes de resistência para resinosas

		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Propriedades resistentes em N/mm ² (MPa)													
Flexão	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Tração	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
Tração	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressão	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
Compressão	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
Corte	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8
Propriedades de rigidez em KN/mm ² (GPa)													
Módulo de Elasticidade	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
Módulo de Elasticidade (5º percentil)	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
Módulo E	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
Módulo de distorção	G	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Massa volúmica em Kg/m ³													
Característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
Média	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Tabela 14 – Classes de resistência para folhosas

		D30	D35	D40	D50	D60	D70
Propriedades resistentes em N/mm ² (MPa)							
Flexão	$f_{m,k}$	30	35	40	50	60	70
Tração	$f_{t,0,k}$	18	21	24	30	36	42
Tração	$f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressão	$f_{c,0,k}$	23	25	26	29	32	34
Compressão	$f_{c,90,k}$	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Corte	$f_{v,k}$	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
Propriedades de rigidez em KN/mm ² (GPa)							
Módulo de Elasticidade	$E_{0,mean}$	10	10	11	14	17	20
Módulo de Elasticidade (5º percentil)	$E_{0,05}$	8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
Módulo E	$E_{90,mean}$	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33

Módulo de distorção	G	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25
Massa volúmica em Kg/m ³							
Característica	ρ_k	530	560	590	650	700	900
Média	ρ_{mean}	640	670	700	780	840	1080

4.5.2 Madeira Lamelada Colada

Contrariamente ao que acontece com a madeira maciça, que detém grandes entraves quando é necessário peças com maiores secções e com comprimentos elevados, a madeira lamelada colada permite contornar essas essas dificuldades a partir do seu processo de fabrico. Este derivado permite também o fabrico de peças com geometria variável, favorecendo naturalmente arquitetonicamente a estrutura. Outro fator que beneficia a resistência da peça é a cola, sendo necessário existir uma escolha cuidada devido às ações a que a peça estará sujeita, como por exemplo, a humidade relativa do ar, a temperatura, proteção solar, entre outros.

O seu processo de fabrico pode ser dividido em seis fases: (Szücs, 2010)

- Secagem da madeira;
- Corte e ligação topo a topo (*fingerjoints*);
- Aplainamento das lamelas;
- Colagem das lamelas;
- Colagem sob pressão;
- Aplainamento e acabamento final.

Secagem da madeira – a madeira nesta fase deverá passar por um processo de secagem, de tempo variável, de forma a minimizar as alterações dimensionais da peça. Este processo é feito na maioria das situações em estufa e o seu limite máximo de teor em água após a secagem é de 15%.

Corte e ligação topo a topo (*fingerjoints*) – as peças que irão constituir as lamelas são cortadas de forma a minimizar os defeitos de secagem. São então cortados os topos, no formato de ligações denteadas e procede-se à união das peças topo a topo, até se obter o comprimento pretendido da lamela.

Aplainamento das lamelas – as lamelas antes de serem coladas, são emparelhadas até obterem as dimensões pretendidas.

Colagem das lamelas – nesta fase é aplicada a cola sobre as lamelas sem as sobrepor. Posteriormente existe a montagem das lamelas na posição definitiva, esperando a pressão de colagem. A cola assegura uma melhor segurança de colagem, isto porque diminui os riscos de fraca aderência devida às irregularidades do aplainamento. É utilizado em média 250 gramas de cola por metro quadrado de superfície.

Colagem sob pressão – a pressão aplicada é variável, estando compreendida entre os 0,7 e os 1,5 MPa durante o processo. Após este processo estima-se que a peça tenha atingido cerca de 90% da sua capacidade resistentes, sendo que os restantes 10% são obtidos gradualmente ao longo dos dias seguintes.

Aplainamento e acabamento final – nesta última fase, após retirar os sistemas de fixação procede-se ao aplainamento de forma a remover a cola que possa ter escorrido durante a colagem da peça e também é feita a regularização da superfície, tornando assim a superfície lisa. Finalmente, são aplicados tratamentos preventivos, como vernizes e ceras para proteger a peça.

Existem dois tipos de classes de resistências na madeira lamelada colada: a homogénea e a combinada. A madeira lamelada colada homogénea caracteriza-se por possuir uma secção transversal em que todas as lamelas pertencem à mesma classe de resistência e à mesma espécie. Por outro lado, a madeira lamelada colada combinada, possui secção transversal em que as lamelas exteriores e interiores pertencem a classes de resistência ou a espécies diferentes.

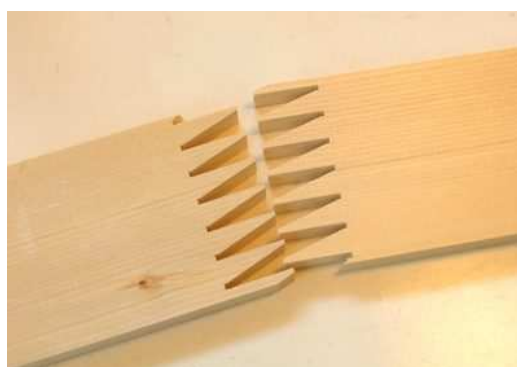


Figura 16 – Fingerjoint

Tabela 15 – Classes de resistência para madeira lamelada colada homogénea

		GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
Propriedades resistentes em N/mm ² (MPa)					
Flexão	$f_{m,k}$	24	28	32	36

Tração	$f_{t,0,k}$	16,5	19,5	22,5	26
Tração	$f_{t,90,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
Compressão	$f_{c,0,k}$	24	26,5	29	31
Compressão	$f_{c,90,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
Corte	$f_{v,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Propriedades de rigidez em KN/mm ² (GPa)					
Módulo de Elasticidade	$E_{0,mean}$	11,6	12,6	13,7	14,7
Módulo de Elasticidade (5º percentil)	$E_{0,05}$	9,4	10,2	11,1	11,96
Módulo E	$E_{90,g,mean}$	0,39	0,78	0,85	0,49
Módulo de distorção	G_{mean}	0,72	0,78	0,85	0,91
Massa volúmica em Kg/m ³					
Característica	$P_{g,k}$	380	410	430	450

Tabela 16 – Classes de resistência para madeira lamelada colada combinada

		GL24c	GL28c	GL32c	GL36c
Propriedades resistentes em N/mm ² (MPa)					
Flexão	$f_{m,k}$	24	28	32	36
Tração	$f_{t,0,k}$	14,0	16,5	19,5	22,5
Tração	$f_{t,90,k}$	0,35	0,40	0,45	0,6
Compressão	$f_{c,0,k}$	21	24	26,5	29
Compressão	$f_{c,90,k}$	2,4	2,7	3,0	3,3
Corte	$f_{v,k}$	2,2	2,7	3,2	3,8
Propriedades de rigidez em KN/mm ² (GPa)					
Módulo de Elasticidade	$E_{0,mean}$	11,6	12,6	13,7	14,7
Módulo de Elasticidade (5º percentil)	$E_{0,05}$	9,4	10,2	11,1	11,96
Módulo E	$E_{90,g,mean}$	0,32	0,39	0,42	0,46

Módulo de distorção	de G_{mean}	0,59	0,72	0,78	0,85
<hr/>					
Massa volúmica em Kg/m^3					
Característica	$P_{g,k}$	350	380	410	430

4.5.3 Madeira Micro Lamelada Colada

A madeira micro lamelada colada, ou também conhecida como Laminated Veneer Lumber é um produto criado para atingir desde dimensões mais pequenas até dimensões a rondar os 20m de comprimento e podem ter espessuras até os 90mm. Na Europa, o maior comercial é o KERTO, situada na Finlândia, fabrica este tipo de madeira estrutural que também é comercializado em Portugal. Quando comparado à madeira maciça, este derivado apresenta maior resistência, maior flexibilidade dimensional e utiliza uma grande variedade de espécies na sua produção. (Cachim, 2014)

O seu processo de fabrico pode ser dividido nas seguintes fases: (Madeira, 2009)

- Produção das folhas;
- Secagem das folhas;
- Classificação das folhas;
- Colagem e prensagem a quente;
- Acondicionamento e dimensionamento.

Produção das folhas – o processo de produção é iniciado com a colocação dos troncos descascados em água quente durante 24 horas. Posto isto, são desenrolados e as folhas obtidas têm uma espessura média variável entre os 3 e os 4mm e são classificados visualmente.

Secagem das folhas – após a classificação visual as folhas são colocadas em secagem, com a temperatura a variar entre os 140 e os 150°C até se atingir uma humidade entre os 6 e os 8%.

Classificação das folhas – nesta etapa é feita uma classificação visual para separar as folhas consoante as especificações exigidas. Todas as folhas que apresentam defeitos e que possam comprometer a colagem das placas são eliminadas.

Colagem e prensagem a quente – nesta fase as folhas são coladas entre si com uma resina fenol formaldeído (resina sintética) sendo depois prensadas a quente (a uma temperatura de 150°C) para obter a dimensão desejada. As dimensões fabricadas pelo KERTO variam entre os 21 e os 90mm.

Acondicionamento e dimensionamento – a fase final do fabrico consiste no acabamento, onde o LVL é cortado com as medidas pretendidas e posteriormente com o acabamento desejado.

Desta forma, existem 3 tipos de KERTO-LVL, com diferentes propriedades mecânicas. Estes são conhecidos como: KERTO-S, KERTO-Q e KERTO-T.

Tabela 17 – Classes de resistência para LVL

		KERTO-S 21-90mm	KERTO-Q 21-24mm	KERTO-Q 27-69mm	KERTO-T 39-45mm
Propriedades resistentes em N/mm² (MPa)					
Flexão no plano	$f_{m,0,edge,k}$	44,0	28,0	32,0	27,0
Flexão perpendicular ao plano	$f_{m,0,flat,k}$	50,0	32,0	36,0	32,0
Tração paralela à fibra	$f_{t,0,k}$	35,0	19,0	26,0	24,0
Tração perpendicular à fibra	$f_{t,90,k}$	0,8	6,0	6,0	0,5
Compressão paralela à fibra	$f_{c,0,k}$	35,0	19,0	26,0	26,0
Compressão perpendicular à fibra no plano	$f_{c,90,edge,k}$	6,0	9,0	9,0	4,0
Compressão perpendicular à fibra perpendicular ao plano	$f_{c,90,flat,k}$	1,8	1,8	1,8	1,0
Corte no plano	$f_{v,0,edge,k}$	4,1	4,5	4,5	2,4
Corte perpendicular ao plano	$f_{v,0,flat,k}$	2,3	1,3	1,3	1,3
Propriedades de rigidez em KN/mm² (GPa)					
Módulo de Elasticidade paralelo	$E_{0,k}$	11,6	8,3	8,8	8,8
Módulo de Elasticidade perpendicular no plano	$E_{90,edge,mean}$	0,43	2,4	2,4	-
Módulo de Elasticidade perpendicular à fibra perpendicular ao plano	$E_{90,flat,mean}$	0,13	0,13	0,13	-
Módulo de distorção	G_{mean}	0,59	0,59	0,59	0,59

Massa volúmica em Kg/m ³					
Massa volúmica média	P _k	510	510	510	410

4.5.4 Placas OSB

As placas de OSB – Oriented Strand Board – tem empregabilidade no revestimento e reforço das estruturas. Como o próprio nome indica, é um aglomerado de partículas de madeira longa e orientadas, tendo características muito semelhantes à madeira lamelada colada.

Este produto é produzido a partir de espécies como o choupo e o pinheiro, ou seja, de florestas sustentáveis.

A produção do OSB é produzido a partir das seguintes fases: (FuturEng, 2009)

- Cortagem de madeira;
- Formação das lamelas;
- Formação do colchão;
- Prensagem a quente;
- Corte de painéis finais.

Cortagem da madeira – o processo de produção é iniciado com os troncos a serem descascados, sendo a casca utilizada para combustível da fábrica;

Formação das lamelas – após descascar os troncos, os mesmos são sujeitos à ação de inúmeras lâminas que arrancam pequenas lamelas com cerca de 10cm de comprimento.

Formação do colchão – as lamelas formadas são colocadas em camadas e orientadas de forma diferente, de forma a maximizar a resistência do painel final.

Prensagem a quente – o colchão entra na prensa contínua com alta pressão e temperatura. Desta forma, estas condições a que está sujeito visa a eliminação de lamelas mais finas, bem como garantir boas qualidades mecânicas;

Corte de painéis finais – após a saída da prensa, as placas saem com grandes dimensões, sendo então cortadas em medidas prontas a ser comercializadas.

Capítulo 5

Ligações em estruturas de madeira

5 LIGAÇÕES EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

No dimensionamento de estruturas em madeira, o cálculo das ligações será sempre o que requer maior cuidado e atenção para o projetista. Esta segurança nas ligações tem necessariamente que ser cumprida devido ao desvio ou da interrupção do fio em pontos angulosos como cotovelos ou nós, ou seja, existe uma limitação de deformação e rotação.

Para um dimensionamento minucioso também requer uma escolha sensata do tipo de ligadores a utilizar, para ser o mais económico e viável possível.

5.1 Noções básicas

Apesar de durante grande parte da existência da humanidade o uso da madeira ter sido intensivo, nos tempos de hoje ainda pouco sabemos sobre o real comportamento da madeira. Assim sendo, as ligações nas estruturas são um ponto altamente débil e existem alguns requisitos para o uso das mesmas: (Madsen, 1998)

- Resistência – as ligações devem ser capazes de transferir os esforços entre os elementos ligados. Para a madeira, é necessário ter em conta todos os esforços presentes, pois as forças de compressão poderão acontecer paralelamente como perpendicularmente ao fio. Os esforços de corte também são considerados;
- Deformação – os fenómenos de deformação também acontecem nas ligações, pelo simples facto dos efeitos de longa duração (fluência). No dimensionamento existem poucos cuidados sobre a deformação (ou deslizamento) mas tem havido uma mudança de atenção neste ponto;
- Inversão do sentido das forças – este fenómeno colocado severos limites quando pretendemos utilizar soluções tradicionais, porque em regra estão associados a esforços em apenas uma direção;
- Modos de rotura – como em todos os tipos de estrutura, é sempre preferido rotura dúctil em detrimento da rotura frágil. Também se tenta ajustar o tipo de ligação a utilizar, sendo mais fácil prever situações de rotura em materiais mais dúcteis.

Para poder saber que tipo de ligação utilizar, é preciso distinguir que existem diferentes tipos de soluções para diferentes tipos de esforços. Desta forma, podem ser divididos nas seguintes:

- Ligações tradicionais;
- Ligações coladas;
- Ligações mecânicas;

5.2 Ligações tradicionais

Desde que as construções em madeira foram utilizadas, as ligações tradicionais são o primeiro tipo de ligação existente. Com a necessidade da criação de estruturas com maior estabilidade, estas ligações tomaram uma importante forma nesse sentido, da transferência adequada de esforços entre elementos.

Para estas ligações era preferível que as forças principais fossem transmitidas principalmente através de compressão, apesar de em alguns casos era um pouco complicado fazer as ligações, especialmente quando há pequenas tensões. (Thelandersson & Larsen, 2003)

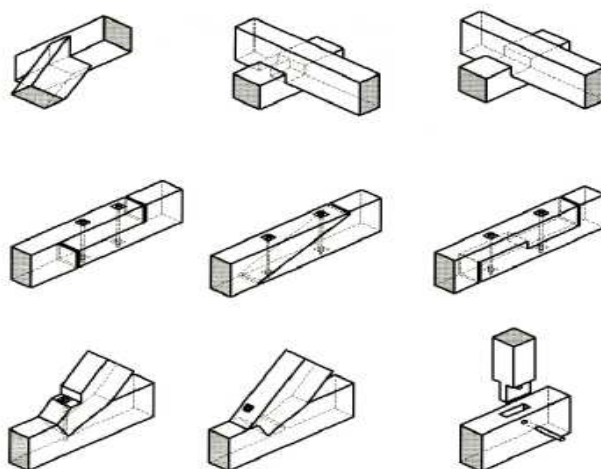


Figura 17 - Exemplos de ligações tradicionais (Thelandersson & Larsen, 2003)

As ligações tradicionais consiste em entalhes de madeira-madeira, que contém vários tipos de ligações (ver Figura 17), em que dependia inteiramente de um trabalho de carpintaria. Naturalmente, as ligações existentes variam de carpinteiro para carpinteiro, como de local para local, existindo assim um enorme lote de entalhes possíveis, que garantiam também a transmissão de esforços.

O local mais corrente da sua aplicação era nas coberturas, na ligação das asnas. Com o seu desenvolvimento, hoje já é utilizado em estruturas de maior porte, vencendo maiores vãos. As asnas também sofreram uma evolução notória, começando a existir soluções de reforço para essas zonas.

Estas ligações apresentam na maioria das vezes, ferragens que impedem o desencaixe de elementos estruturais e os deslocamentos para fora do plano da asna. Outro benefício que apresenta, é que evitam redução da compressão na perna, fornecendo assim uma adequada dissipação de energia. Na Figura 18 é possível observar os tipos de ferragens mais utilizados que são: (Branco, Cruz, & Piazza, 2006)

- a) Esquadros metálicos – são aplicados na face dos elementos. São constituídos por barras retangulares paralelas aos elementos estruturais, sondadas e aparafusadas à madeira;
- b) Varão interior – este varão é ligado entre a perna e a linha, sendo geralmente colocado perpendicularmente a um dos elementos;
- c) Braçadeira metálicas – geralmente com barras em “U”, unidas por dois varões roscados nas extremidades.

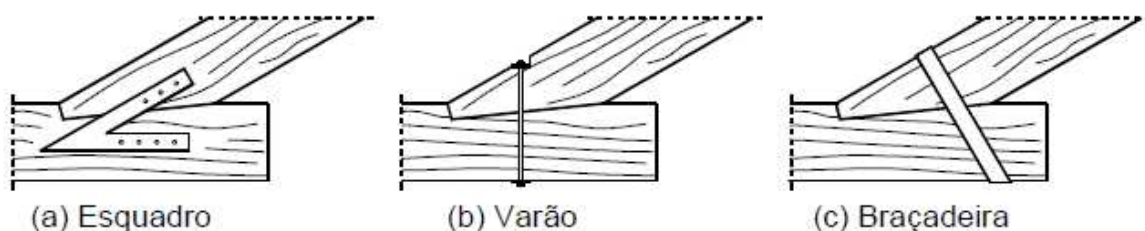


Figura 18 - Exemplos de soluções reforço (Branco et al., 2006)

5.3 Ligações coladas

Como o próprio nome indica, este tipo de ligações faz com que a transmissão de esforços aconteça a partir de adesivos. Com o avanço tecnológico, este tipo de ligações associadas aos adesivos tem um papel fundamental no uso de ligações coladas em detrimento das ligações mecânicas na reabilitação.

Este tipo de ligações apresenta várias vantagens, tais como: (Silva, 2009)

- Potencializa a distribuição da carga aplicada por toda a superfície de contacto;
- Provoca pouco (ou nenhum) dano aos elementos a ligar;

- Adiciona pouco peso à estrutura global;
- Apresenta resistência à fadiga superior a qualquer outro tipo de ligações;
- Permite ligar diferentes tipos de materiais e diminuir custos de produção.

Não apresentando apenas vantagens, é necessário ter em conta diferentes desvantagens ou limitações, tais como, existir uma preparação cuidada da superfície de contacto para uma perfeita aderência, ou perda de resistência quando sujeita a altas temperaturas (Silva, 2009). Existe também uma limitação quando se aborda a questão do dimensionamento, devido ao facto de prever a carga de aplicação. Apesar de existir algumas fórmulas analíticas ainda carece de mais estudos para poder existir um dimensionamento correto. (Thelandersson & Larsen, 2003)

5.4 Ligações meânicas

Com a evolução da construção em madeira, começaram a ser utilizados materiais em aço para a transmissão de esforços. São ligações mais estáveis, podendo também ser denominadas como ligações modernas.

Naturalmente, existe uma variedade enorme em quais ferragens utilizar nas ligações. Contudo, existe a possibilidade de dividir em dois grupos, os ligadores tipo cavilha (*metal dowel type connectors*) e os ligadores planos (*bearing-type connectors*).

Os ligadores tipo cavilha podem ser colocados paralela, oblíqua e transversalmente ao fio da madeira. A última situação é a forma mais utilizada, sendo também a mais eficiente do ponto de vista mecânico. A transmissão de esforços é feito por pressão entre o ligador e a madeira. A sua resistência é condicionada pelo esmagamento da madeira na zona de contacto, ficando sujeito a esforços de corte e de flexão. Dentro deste grupo existem os pregos, parafusos de enroscar, parafusos de porca e cavilhas.

Os ligadores planos têm geralmente uma grande área de contacto, no qual a força a transmitir é distribuída por essa mesma área. Este grupo apresenta-se em diferentes formas, como em anéis abertos ou fechados, placas circulares, placas metálicas denteadas, entre outros.

5.4.1 Ligadores tipo cavilha

5.4.1.1 Pregos

Os pregos são o tipo de ligadores mais antigos conhecidos. Existe uma grande diversidade dos mesmos, tais como, comprimentos, secções transversais e acabamentos.

A cabeça do prego é em regra circular. Porém, pode adotar geometria quadrada, sendo a sua resistência superior aos pregos redondos do mesmo diâmetro.

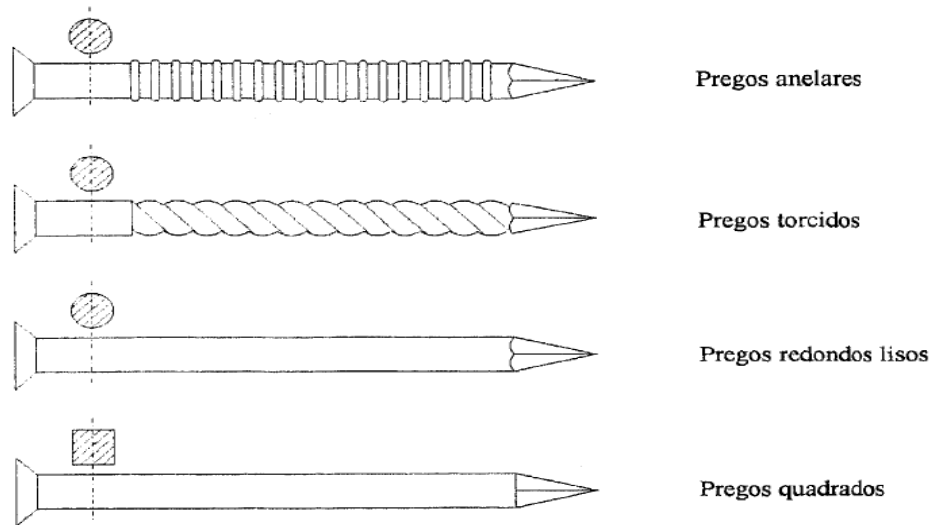


Figura 19 - Exemplos de pregos existentes (Mendes, 1994)

5.4.1.2 Parafusos de enroscar

Tal como os pregos, os parafusos de enroscar são produzidos com grande diversidade. Na aplicação de estruturas os parafusos mais utilizados são: cabeça sextavada; cabeça de embeber ou redonda.



Figura 20 - Parafusos de enroscar: cabeça de embeber; cabeça redonda; cabeça sextavada - da esquerda para a direita (Porteous & Kermani, 2007)

A parte lisa espiga representa cerca de 40% do comprimento total dos parafusos. Em particular, os parafusos sextavados destinam-se especificamente para a aplicação estrutural, com diâmetros que podem variar dos 8 aos 20mm e comprimentos até os 30mm. Um dado importante também na aplicação dos parafusos é que deve ser feita uma pré-furação com diâmetro inferior ao mesmo, para evitar o risco de fratura da peça. (Negrão & Faria, 2009)

Os parafusos bem dimensionados geralmente têm a cabeça pequena, isto porque quando a cabeça toma dimensões muito elevadas geram tensões indesejadas na zona onde estão inseridos partindo a secção. Outra necessidade de um bom dimensionamento é o espaçamento entre parafusos, isto é, existe um espaçamento mínimo a cumprir para o melhor funcionamento da ligação, uma vez que se torna mais difícil partir a secção, existindo mais material resistente entre zonas críticas da secção. O aumento destas distancias permite obter maior ductilidade e um aumento da resistência da secção, com vantagem de se poder conseguir, por vezes, utilizar menos parafusos. (Hilário, 2013)

Para as normas de classificação dos parafusos, as normas ISO são as que têm maior aceitação a nível mundial. Existem 2 normas ISO para essa classificação, uma para o plano de produção para aplicações gerais e outra com a gama total de dimensões que são, *ISO 261:1998 – ISO general purpose metric screw threads – General Plan* e *ISO 262: 1998 – ISO general purpose metric screw threads – Selected size of screws, bolts and nuts define*, respetivamente. Para efeitos de especificação em projeto, os parafusos são designados $M_{xx,yy}$, em que xx é o diâmetro (expresso em milímetros), e xx.yy é o diâmetro alternativo, quando existe.

Tabela 18 - Calibre de parafusos (ISO 262:1998)

Diâmetro nominal (mm)	Passo normal (mm)	Passo fino 1 (mm)	Passo fino 2 (mm)
M1	0,25	-	-
M1.2	0,25	-	-
M1.6	0,35	-	-
M2	0,40	-	-
M2.5	0,45	-	-
M3	0,50	-	-
M4	0,70	-	-
M5	0,80	-	-
M6	1,00	-	-

M8	1,25	-	-
M10	1,50	1,25	1,00
M12	1,75	1,50	1,25
M16	2,00	1,50	-
M20	2,50	2,00	1,50
M24	3,00	2,00	-
M30	3,50	2,00	-
M36	4,00	3,00	-
M42	4,50	3,00	-
M48	5,00	3,00	-
M56	5,50	4,00	-
M64	6,00	4,00	-

5.4.1.3 Parafusos de porca

Os parafusos de porca vieram servir as necessidades de um ligador com resistências ao corte bastante superior aos pregos e parafusos de enroscar. Conjuntamente com o parafuso são também utilizadas anilhas em ambos os topos, quadradas ou redondas, que assumem uma particular importância na distribuição da força perpendicular às fibras por uma área mais adequada, de forma a garantir que não exista esmagamento localizado. (Mendes, 1994)

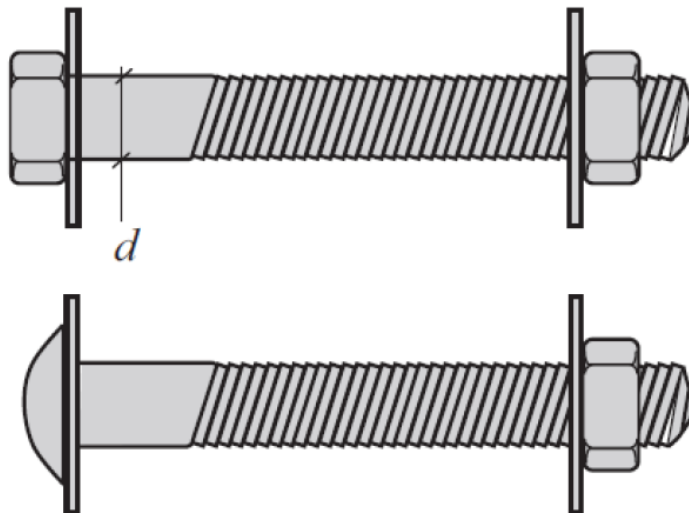


Figura 21 - Exemplo de parafuso de porca (Porteous & Kermani, 2007)

Da mesma forma que acontece com os parafusos de enroscar, na aplicação dos mesmos é necessário fazer uma pré-furação, só que o parafuso de porca permite que o furo tenha

diâmetro superior com cerca de 1mm superior ao diâmetro do parafuso. (Negrão & Faria, 2009)

As classes de resistência são comuns com as de construção metálica. Assim sendo, a classe é constituída por dois números e separado por um ponto. O número à esquerda do ponto representa a tensão de rotura do aço do parafuso, em MPa (f_{ub}). O número à direita do ponto corresponde à tensão de cedência (f_{yb}).

Tabela 19 - Classes resistentes de parafusos de porca

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	8.8	10.9
F_{yb} (MPa)	240	320	300	400	360	640	900
F_{ub} (Mpa)	400	400	500	500	600	800	1000

5.4.1.4 Cavilha

As cavilhas são cilindros que podem ser lisas ou ranhurada e são utilizados para resistir ao corte, igualmente visto nos parafusos de porca. De ponto de vista negativo, as mesmas não podem ser utilizadas em ligações que transmitam forças de arrancamento.



Figura 22 - Exemplo de cavilha (Porteous & Kermani, 2007)

O seu diâmetro, geralmente, encontra-se compreendido entre os 6 e os 30mm e produzidas em aço macio, podendo no entanto, ser fabricadas em outro tipo de materiais, como plástico, madeira e ligas diversas, mas para aplicações não-estruturais. O buraco de pré-furação para a aplicação não deve ser superior ao diâmetro da mesma mas sim inferior, perto de 1mm, para mobilizar o atrito lateral que manterá a cavilha na sua posição. (Negrão & Faria, 2009)

Apesar de serem esteticamente atraentes, este tipo de ligações tem uma eficiência relativamente baixa, muito devido às sucessivas variações de humidade dos elementos ligados entre si.

5.4.2 Ligadores planos

Os ligadores planos estão divididos em quatro classes, isto pela norma *EN 912:2011 – Timber Fasteners – Specifications for connectors for timber*. Neste relatório apenas se irão abordar as três primeiras classes. As classes existentes são: (*EN 912:2011 Timber fasteners - Specifications for connectors for timber*)

- Classe A: Anéis metálicos;
- Classe B: Placas metálicas;
- Classe C: Placas dentadas;
- Classe D: Outros.

De uma forma geral, é possível distinguir as diferentes classes. Os anéis e as placas são aplicados com recurso à técnica de abertura de rasgos, em que nos anéis os rasgos são abertos em ambas as faces da interface, enquanto nas placas são abertos apenas numa das faces. As placas denteadas são aplicadas com recurso à tecnologia de cravação. Por último, os ligadores da última classe são separados dos anteriores por não serem feitos de ligas metálicas. (Mendes, 1994)

5.4.2.1 Anéis metálicos

Este tipo de ligação é um anel de dupla face, constituído por um anel fechado ou seccionado num ponto da sua circunferência (designação pela *EN 912:2011*). Estes anéis estão presentes no interior das peças a unir.

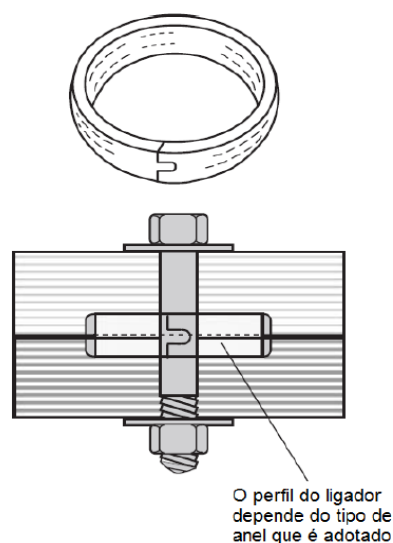


Figura 23 - Anel metálico (Porteous & Kermani, 2007)

A transmissão da força é feita da seguinte forma: o elemento de madeira transfere através de pressão diametral os esforços para o anel. Posteriormente a força atravessa o anel (que fica sujeito a corte), e volta a transmitir ao segundo elemento de madeira novamente por pressão diametral. (Porteous & Kermani, 2007)

Este tipo de ligação apenas é utilizado em madeira-madeira. É também saber que a ligação é completada com um parafuso de porca ou enroscado, que atravessa o furo situado no centro do anel. Este parafuso tem a particularidade de garantir que o anel fique na posição correta entre os elementos, pelo que não transmite esforços. (Negrão & Faria, 2009)

Os anéis metálicos podem ser divididos em seis classes pela *EN 912:2011* que podem ser distinguidos pelo tipo de material e pelo diâmetro.

Tabela 20 - Classes de anéis metálicos

Anéis	Material	Diâmetro (mm)
A1	Liga de alumínio	65, 80, 95, 126, 128, 160, 190
A2	Aço	64
A3	Aço	64, 102
A4	Ferro fundido	60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200
A5	Aço	88, 108, 130, 152, 174, 196, 216, 236, 260
A6	Ferro fundido	75, 100, 125, 150

5.4.2.2 Placas metálicas

Estas placas apesar de serem geometricamente diferentes dos anéis metálicos, o princípio deste ligador é bastante semelhante ao descrito anteriormente.

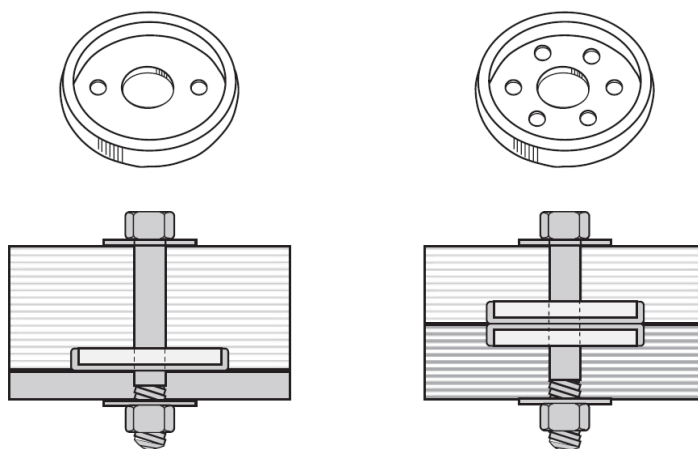


Figura 24 - Placas metálicas (Porteous & Kermani, 2007)

Ao contrário do que acontece com os anéis, este ligador permite ligar diferentes tipos de materiais (em estruturas mistas), tais como, madeira-aço ou ligações madeira-betão. Também é possível ligar dois elementos de madeira, neste caso sendo necessário o mesmo número de placas. (Porteous & Kermani, 2007)

A presença do parafuso é um dado relevante na sua transmissão de esforços, isto porque a madeira exerce forças de compressão sobre o rebordo da placa, no qual são transmitidas pela mesma ao parafuso central. Da mesma forma o parafuso transmite-as à placa oposta. (Negrão & Faria, 2009)

A *EN 192:2011* permite dividir as placas metálicas em diferentes classes, desde B1 a B4. Na Tabela 21 é possível observar as diferenças entre as classes.

Tabela 21 - Classes de placas metálicas

Placa	Material	Diâmetro (mm)	Notas
B1	Liga de alumínio	65, 80, 95, 128, 160, 190	Apresenta rebordo numa das faces e na outra uma saliência com um furo central; furo central e dois furos oposto, relativamente ao centro da placa
B2	Aço	67	Apresenta rebordo numa das faces; furo no centro para um ligador tipo cavilha
B3	Ferro fundido	102	Apresenta rebordo e com um cubo de eixo cilíndrico
B4	Ferro fundido	80, 100, 120, 140, 160, 180	Apresenta rebordo numa das faces; furo no centro para um ligador tipo cavilha

5.4.2.3 Placas dentadas

Este é o último tipo de ligador metálico presente na norma *EN 192:2011*. Devido a uma vasta forma geométrica que estas placas podem ter e também pelo seu material constituinte é possível dividir em onze classes, desde o D1 ao D11.

O material constituinte destas placas podem ser três: aço de baixo teor de carbono laminado a frio; aço macio galvanizado a quente por aspersão e enformado a frio; ferro fundido maleável. A parte dentada pode ser apenas numa face ou em ambas. Por último, podem adotar forma circular, quadrada ou oval. (Negrão & Faria, 2009)

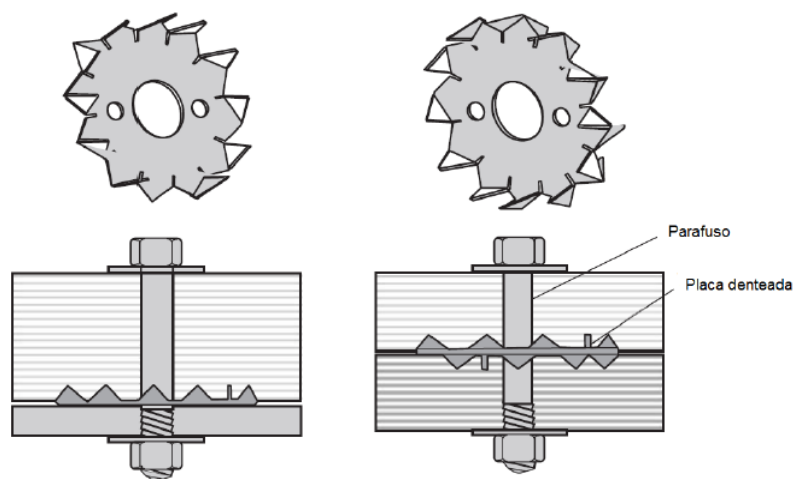
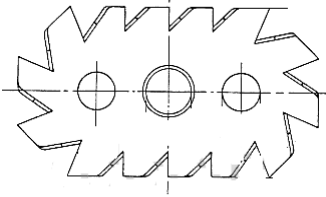
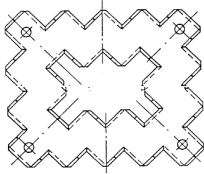
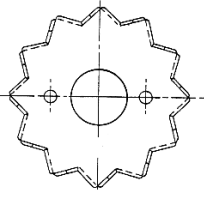
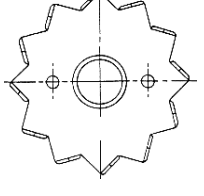
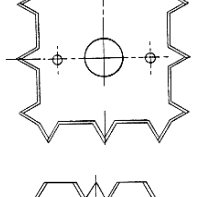
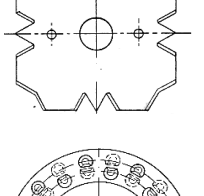
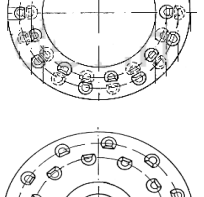
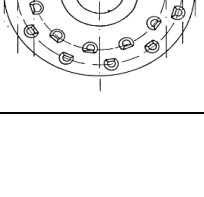


Figura 25 - Placa dentada (Porteous & Kermani, 2007)

Uma vantagem notória destes ligadores quando comparados a anéis e placas mecânicas é dispensarem a abertura de rasgo, pelo que são inseridos na madeira por compressão. A diferença na utilização de placas com dentado simples e de dentado duplo é que quando se pretende ligar madeira com outro tipo de material, por exemplo, madeira-betão ou madeira-aço utilizam-se as placas com dentado simples. Por outro lado, quando o pretendido é ligar madeira-madeira utilizam-se as placas de dentado duplo.

Tabela 22 - Classes de placas dentadas

Placa	Medidas (mm)	Notas	Geometria
C1	Circular: 50, 62, 75, 95, 117, 140, 165	Dentes triangulares alternados em ambas as faces; no centro tem furo para passagem de ligador	
C2	Circular: 50, 62, 75, 95, 117	Dentes triangulares apenas numa das faces; no centro tem furo para passagem de ligador	
C3	Oval: 73x130	Dentes triangulares apenas numa das faces; no centro tem furo para passagem de ligador	

C4	Oval: 73x130	Dentes triangulares apenas numa das faces; no centro tem furo para passagem de ligador	
C5	Quadrangular: 100x100, 130x130	Dentes triangulares alternados em ambas as faces; no centro tem furo para passagem de ligador	
C6	Circular: 38, 50, 63, 75	Dentes triangulares alternados em ambas as faces; no centro tem furo para passagem de ligador	
C7	Circular: 38, 50, 63, 75	Dentes triangulares apenas numa das faces; no centro tem furo para passagem de ligador	
C8	Quadrangular: 38x38, 50x50, 63x63, 75x75	Dentes triangulares alternados em ambas as faces; no centro tem furo para passagem de ligador	
C9	Quadrangular: 38x38, 50x50, 63x63, 75x75	Dentes triangulares apenas numa das faces; no centro tem furo para passagem de ligador	
C10	Circular: 50, 65, 80, 95, 115	Dentes triangulares alternados em ambas as faces; no centro tem furo para passagem de ligador	
C11	Circular: 50, 65, 80, 95, 115	Dentes triangulares apenas numa das faces; no centro tem furo para passagem de ligador	

Capítulo 6

Aplicabilidade dos ligadores metálicos

6 APLICABILIDADE DOS LIGADORES METÁLICOS

O presente capítulo conclui a pesquisa dos capítulos anteriores, permitindo assim assinalar quais os ligadores mais importantes na construção em madeira. Serve também para dar a conhecer ao Grupo NEAR a possibilidade do conhecimento neste mercado.

Após a abordagem das ligações em estruturas de madeira no capítulo 5 foi efetuada pesquisa de diferentes fornecedores pelo que se decidiu-se utilizar elementos da Simpson Strong Tie e da Rothoblaas. Apesar em certos ligadores apresentarem medidas e soluções diferentes, a sua aplicação remete-se ao mesmo fim. Importa referir que apesar do enorme tipo de ligadores o estagiário apenas optou pelos que realmente poderiam interessar no âmbito do pretendido pela empresa e os mesmos ligadores teriam que ter marcação CE. (Rothoblaas, 2013; Simpson Strong-Tie, 2016)

No Anexo D é possível observar os diferentes tipos de ligadores escolhidos. De uma forma geral poderemos dividir em:

- Suportes (ou sapatas metálicas);
- Ligações ocultas;
- Suporte de ligação;
- Ancoragens e esquadros;
- Placas perfuradas;
- Ligadores planos;
- Bases de coluna.

Quando se fala em ligações entre vigas podem ser distintas em duas, ligações ocultas e aparentes. A sua grande diferença prende-se a nível estético e na proteção ao fogo, ou seja, as ligações ocultas são incorporadas aos elementos de madeira e assim obtem-se melhor resultado estético e também estão protegidas e isoladas, não sofrendo redução de resistência tão rapidamente. Por outro lado, as ligações aparentes é visível, não sendo esteticamente atraente, e também apresenta uma resistência bastante limitada devido à sua exposição ao fogo. (Rothoblaas, 2013)

Abordando diretamente a ligação de paredes, pela Rothoblaas é possível entender a localização de diferentes tipos de ligadores a utilizar. A Figura 26 foi diretamente retirada do catálogo da Rothoblaas.

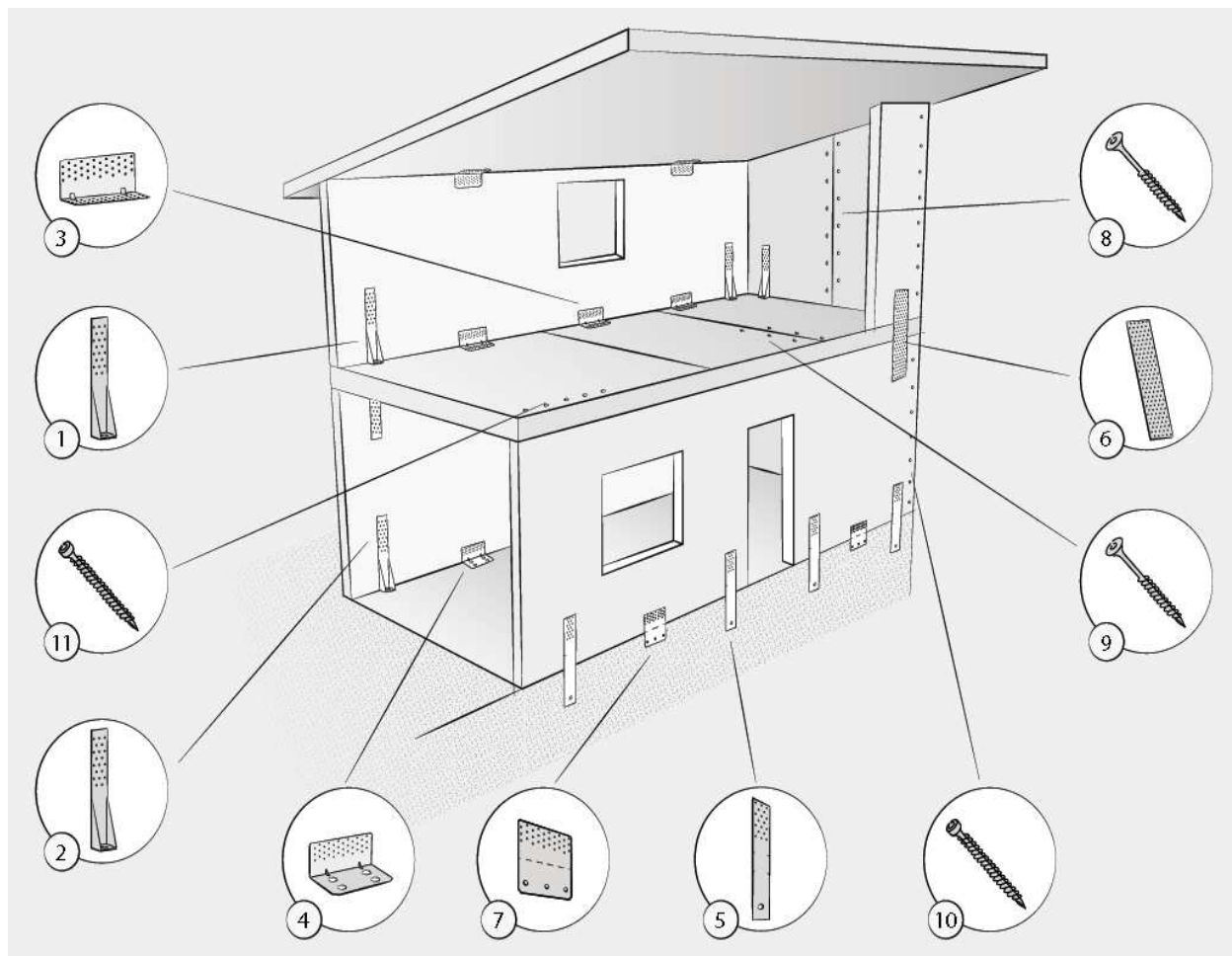


Figura 26 - Aplicabilidade dos ligadores parede-parede (Rothoblaas, 2013)

Cada ligador está sujeito sempre a esforços diferentes pelo que é necessário existir a escolha correta no seu dimensionamento. Assim sendo, pela Figura 26:

- 1 - Parede-parede – cantoneiras à tração;
- 2 - Parede-fundação – cantoneiras à tração;
- 3 - Parede soalho/Parede-parede – cantoneiras ao corte;
- 4 - Parede-fundação – cantoneiras ao corte;
- 5 - Parede-fundação – chapas furadas à tração;
- 6 - Parede-parede – chapas furadas à tração;
- 7 - Parede-fundação – chapas furadas ao corte;
- 8 - Parede-parede – parafusos autoperfurantes;

- 9 - Parede-soalho – parafusos autoroscantes;
- 10 - Parede-parede de canto – parafusos autoperfurantes;
- 11 - Soalho-parede – parafusos autoroscantes.

As cantoneiras de tração são frequentemente empregadas em cantos e aberturas, quer seja no rés-do-chão ou noutros andares, onde exista uma força pontual de tração. Por outro lado, as cantoneiras de corte são utilizadas para o fim da transmissão das forças de corte para a ligação, seja esta de madeira-madeira ou madeira-betão. Relativamente às chapas furadas, são utilizadas tanto para tração ou corte e permite ligações madeira-madeira ou madeira-betão. Por ultimo, os parafusos autoroscantes dependem da tensão existente e das exigências do dimensionamento dos mesmos.

É necessário ter atenção às ligações mecânicas nas estruturas de madeira derivado à sua baixa resistência ao fogo. De forma a contornar essa situação, existem por exemplos as ligações ocultas que estão protegidas no interior do elemento de madeira, ou através de pinturas intumescentes em que é aplicada nos ligadores e que contém características especiais e protege os mesmos.

Capítulo 7

Considerações finais

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 Conclusões

O Relatório de Estágio efetuado culmina com os trabalhos que foram desenvolvidos no Grupo NEAR, principalmente na NEAR Construção.

Com a divisão do relatório foi possível terminar com duas abordagens. A primeira, que passou por todo realizado durante o estágio, como elaboração de mapa de quantidades, orçamentação e direção de obra. Durante esta etapa foi possível colocar em prática conceitos adquiridos durante o percurso académico, como as medições e orçamentos. Tornou-se também proponderante ter conhecimentos relativamente a pormenores técnicos e também processos construtivos. Para a resolução de problemas neste âmbito por vezes era feita pesquisa detalhada para interpretação correta dos elementos.

Na segunda abordagem, foi possível realizar pesquisas para um novo negócio no Grupo NEAR, o que poderá ser um fator importante no futuro profissional, ou seja, para a pesquisa de novos materiais, soluções construtivas, ou até de campos de utilização em crescimento na construção.

Um dos princípios importantes durante o estágio foi a superação e honestidade durante o trabalho realizado. A falta de conhecimento (de pormenores técnicos, ou elaboração de orçamentos) não significou um fator negativo mas sim um fator de aprendizagem ao longo do tempo.

Em suma, o estágio curricular realizado foi bastante benéfico, devido à inclusão do estagiário na realidade profissional que se aproxima e de estar diretamente ligado à construção.

7.2 Perspetivas futuras

O uso das madeiras irá tornar-se cada vez mais corrente, apresentando nos últimos anos uma aposta neste tipo de construção. Com a conclusão deste trabalho e com o enquadramento no mundo profissional o estagiário detém conhecimentos no âmbito de medição e orçamentos, podendo também coordenar equipas. Com a visibilidade exponencial da construção em madeira, e com os conhecimentos adquiridos pode tornar-se o primeiro passo para o futuro

profissional ligado a essa vertente. Assim sendo, existe uma vontade de poder juntar os conhecimentos e possibilitar a integração na construção de estruturas de madeira.

Referências bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, N., & Dias, L. (2016). *Organização e Gestão de Obras - Elementos de apoio a aulas*. Instituto Superior Técnico - Universidade de Lisboa.
- Avila, A., & Jungles, A. (1996). *Gestão do controle e planeamento de empreendimentos*. Catarinenses, Autores.
- Branco, J., Cruz, P., & Piazza, M. (2006). *Asnas de Madeira: A importância da rigidez das ligações*. Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas. Lisboa, LNEC.
- Cachim, P. (2014). *Construção em Madeira - A madeira como Material de Construção*. Publindústria.
- Carvalho, A. (1996). *Madeiras Portuguesas - Volume I*. Lisboa: Insituto Florestal.
- Correia, E. (2006). *Análise e Dimensionamento de Estruturas de Madeira*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Coutinho, J. (1999). *Materiais de construção I - Madeiras*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- EN 912:2011 Timber fasteners - Specifications for connectors for timber.
- FuturEng. (2009). www.futureeng.pt/osb. (03/01/2016)
- Hilário, R. (2013). *Dimensionamento de Estruturas em Madeira: Metodologia e disposições regulamentares relativamente a ligações*. Técnico Lisboa.
- Júnior, J. (2006). *Avaliação não destrutiva da capacidade resistente de estruturas de madeira de edifícios antigos*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Junior, R. (2007). <http://romelzanini.blogspot.pt/2007/07/planejamento-pert-cpm.html>. (20/04/2016).
- Loureiro, A. (2013). https://paginas.fe.up.pt/~ee06221/?page_id=41. (21/04/2016).
- Madeira, P. da. (2009). <http://portaldamadeira.blogspot.pt/2009/11/lvl-laminated-venner-lumber.html>. (22/11/2015).
- Madsen, B. (1998). *Reliable timber connections*. University of British Columbia, Canada.
- Meira, A. (2012). *Direção de Obra - Preparação Individual*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Mendes, P. (1994). *Ligações em estruturas de madeira - Tecnologia e dimensionamento de acordo com o EC5*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, FEUP.
- Moderna, E. (2008). <http://engenhariamoderna.blix.biz/medicoes.html>. (18/04/2016).

- Morais, M. M., & Cachim, P. (2013). *Estruturas de Betão - Bases de cálculo*. Publindústria.
- Moreira, A. (2008). *Gestão e Segurança de Obras e Estaleiros*. Instituto Politécnico de Tomar.
- Negrão, J., & Faria, A. (2009). *Projecto de Estruturas de Madeira*. Publindústria.
- Pinto, E. (2004). http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_27/madeira.html. (05/02/2016).
- Porteous, J., & Kermani, A. (2007). *Structural timber design to Eurocode 5*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Raimundo, A., Correa, A., Lilian, L., Aguiar, P., & Buarque, P. (2014). <https://prezi.com/gx-ldkgc2tqn/deformacao-na-madeira/>. (06/04/2016).
- Ritter, M. (1990). *Timber Bridges. Forest Products Laboratory*. Madison.
- Rodrigues, F. (2014). *Legislação e Direcção de Obras - Capítulo III - Custos e Orçamentação*. Universidade de Aveiro.
- Rodrigues, F., & Lapa, J. (2014). *Legislação e Direcção de Obras - Capítulo V - Estaleiros*. Universidade de Aveiro.
- Rodrigues, F., & Lapa, J. (2015a). *Gestão de Obras e Coordenação de Segurança - Capítulo I - Progamação e Planeamento*. Universidade de Aveiro.
- Rodrigues, F., & Lapa, J. (2015b). *Gestão de Obras e Coordenação de Segurança - Capítulo II - Sistema de Coordenação de Segurança*. Universidade de Aveiro.
- Rothoblaas. (2013). *Catálogo de chapas e ligadores para madeira*.
- Semedo, J. (2009). *Direcção de obra fora de Portugal: preparação individual*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Silva, R. (2009). *Cálculo ao Fogo de Ligações de Madeira*. Universidade de Aveiro.
- Simpson Strong-Tie. (2016). *Fichas técnicas*. França.
- Szücs, C. (2010). [http://portaldamadeira.blogspot.pt/search/label/Madeira Lamelada Colada - MCL](http://portaldamadeira.blogspot.pt/search/label/Madeira+Lamelada+Colada+-+MCL). (20/11/2015).
- Thelandersson, S., & Larsen, H. (2003). *Timber Engineering*. Wiley & Sons Ltd.

ANEXO A

Mapa de Trabalhos de Moradia Genérica



Cliente	-	Mapa de Trabalhos e Quantidades	
Obra	-	Processo	-
Local	-	Data	-

Cap.	Descrição	Unid.	Quant.
1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ESTALEIRO		
1.1	Montagem, desmontagem e manutenção do estaleiro, incluindo instalações para a Direcção de Obra, apoio a primeiros socorros, ferramentaria, instalações sanitárias, criação de acessos, vedação do recinto, redes e consumos de água e electricidade e placas de identificação.	vg	1,00
c - 1.1.1.1	contentor escritório	dia	180,00
c - 1.1.1.2	contentor ferramenteiro	dia	180,00
c - 1.1.1.3	sanitários simples (2 un.)	dia	180,00
c - 1.1.1.4	encarregado	mês	7,00
c - 1.1.1.5	grua	mês	3,00
c - 1.1.1.6	água	mês	6,00
c - 1.1.1.7	electricidade	mês	6,00
c - 1.1.1.8	tapumes	vg	1,00
c - 1.1.1.9	entrega e recolha	vg	1,00
1.2	Elaboração do plano de segurança e saúde (deverá ser entregue antes da consignação da empreitada.	vg	1,00
c - 1.2.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 1.2.1.2	outros	vg	1,00
1.3	Execução de piquetagem para marcação de implantação da obra e dos muros de vedação, de acordo com o projeto.	vg	1,00
c - 1.3.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 1.3.1.2	outros	vg	1,00
2	MOVIMENTAÇÃO DE TERRAS		
2.1	Limpeza, regularização do terreno e abertura de caboucos por forma a preparar o terreno para o início da empreitada de Betão.	m3	58,00
c - 2.1.1.1	mão de obra e material	m3	58,00
c - 2.1.1.2	outros	vg	1,00

2.2	Regularização e compactação da caixa (garagem), incluindo remoção dos produtos sobranes e transporte a vazadouro certificado.	m2	58,00
c - 2.2.1.1	mão de obra e material	m2	58,00
c - 2.2.1.2	outros	vg	1,00
3	SISTEMA ESTRUTURAL		
3.1	Betão de limpeza		
3.1.1	Fornecimento e aplicação de Betão de limpeza, classe C16/20, com mínimo de 5cm de espessura sob elementos de fundação, incluindo preparação da base.	m2	63,00
c - 3.1.1.1	mão de obra	m2	63,00
c - 3.1.1.2	betão	m3	3,15
c - 3.1.1.3	diversos	vg	1,00
3.2	Betão Armado		
3.2.1	Betão armado em sapatas, betão C20/25 - aço A400 NR, incluindo cofragem, escoramentos, descofragem, demais acessórios e trabalhos necessários	m3	8,43
c - 3.2.1.1	mão de obra	m3	8,43
c - 3.2.1.2	betão	m3	8,43
c - 3.2.1.3	aço	kg	649,09
c - 3.2.1.4	cofragem	m2	29,25
c - 3.2.1.5	diversos	vg	1,00
3.2.2	Betão armado em vigas lintel, betão C20/25 - aço A400 NR, incluindo cofragem, escoramentos, descofragem, demais acessórios e trabalhos necessários	m3	4,07
c - 3.2.2.1	mão de obra	m3	7,07
c - 3.2.2.2	betão	m3	4,07
c - 3.2.2.3	aço	kg	382,44
c - 3.2.2.4	cofragem	m2	50,90
c - 3.2.2.5	diversos	vg	1,00
3.2.3	Betão armado em pilares, betão C20/25 - aço A400 NR, incluindo cofragem, escoramentos, descofragem, demais acessórios e trabalhos necessários	m3	3,83
c - 3.2.3.1	mão de obra	m3	3,83
c - 3.2.3.2	betão	m3	3,83
c - 3.2.3.3	aço	kg	331,00
c - 3.2.3.4	cofragem	m2	60,20
c - 3.2.3.5	diversos	vg	1,00
3.2.4	Betão armado em vigas, betão C20/25 e aço A400 NR, incluindo cofragem, escoramentos, descofragem, demais acessórios e trabalhos necessários	m3	6,92
c - 3.2.4.1	mão de obra	m3	6,92

c - 3.2.4.2	betão	m3	6,92
c - 3.2.4.3	aço	kg	804,28
c - 3.2.4.4	cofragem	m2	88,94
c - 3.2.4.5	diversos	vg	1,00
3.3	Lajes		
3.3.1	Execução de lajes aligeiradas com 0,23m de espessura, de vigota simples, betão C20/25, aço A400 NR e malhasol CQ38, incluindo tarugos, cofragem, escoramentos, descofragem, demais acessórios e trabalhos necessários		m2 185,00
c - 3.3.1.1	mão de obra e material	m2	185,00
c - 3.3.1.2	betão	m3	5,31
c - 3.3.1.4	cofragem	m2	220,00
c - 3.3.1.5	malhasol	m2	185,00
c - 3.3.1.6	vigotas	m	515,40
c - 3.3.1.7	abobadilhas	un	1 127,00
c - 3.3.1.8	outros	vg	1,00
3.3.2	Execução de lajes maciça com 0,25m de espessura, aço A400 e malhasol CQ38, incluindo tarugos, cofragem, escoramentos, descofragem, demais acessórios e trabalhos necessários		m3 7,30
c - 3.3.2.1	mão de obra	m3	7,30
c - 3.3.2.2	betão	m3	7,30
c - 3.3.2.3	aço	kg	609,71
c - 3.3.2.4	cofragem	m2	34,52
c - 3.3.2.5	outros	vg	1,00
3.4	Piso térreo		
3.4.1	Fornecimento e execução de massame térreo constituído por caixa de brita com 0,10m de espessura e massame de betão com 0,10m de espessura armado com malhasol, tudo bem compactado, incluindo todos os trabalhos necessários.		m2 195,00
c - 3.4.1.1	betão	m2	195,00
c - 3.4.1.2	caixa de brita	m2	195,00
c - 3.4.1.3	malhasol	m2	220,00
c - 3.4.1.4	outros	vg	1,00
4	ALVENARIAS		
4.1	Duplas		
4.1.1	Fornecimento e execução de alvenaria dupla em tijolo cerâmico 30x20x11 e tijolo térmico 30x19x14, com caixa de ar de 5cm incluindo todos os trabalhos necessários.		m2 150,00
c - 4.1.1.1	mão de obra	m2	150,00
c - 4.1.1.2	tijolo 30x20x11	un	2 800,00
c - 4.1.1.2	tijolo 30x19x14	un	3 000,00
c - 4.1.1.3	argamassa	m3	5,06
4.2	Simples		

4.2.1	Fornecimento e execução de alvenaria simples em tijolo cerâmico 30x20x11, incluindo todos os trabalhos necessários.	m2	115,00
c - 4.2.1.1	mão de obra	m2	115,00
c - 4.2.1.2	tijolo 30x20x11	un	2 100,00
c - 4.2.1.3	argamassa	m3	2,30
4.3	Muros de vedação		
4.3.1	Fornecimento e execução de muro de vedação em Bloco de betão 50x20x15, incluindo todos os trabalhos necessários.	m2	280,00
c - 4.3.1.1	mão de obra	m2	280,00
c - 4.3.1.2	bloco 50x20x15	un	2 900,00
c - 4.3.1.3	pilaretes 15x15	m3	1,00
c - 4.3.1.4	acessórios	vg	1,00
5	COBERTURA		
5.1	Fornecimento e assentamento de cobertura plana não acessível, em placas de poliestireno extrudido de 6cm, betão leve de 3cm, tela elastómera com armadura de poliéster de 4Kg/cm² e membrana com armadura dupla de fibra de vidro com 4mm e feltro de polipropileno de proteção, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	m2	195,00
c - 5.1.1	mão de obra	m2	195,00
c - 5.1.2	roofmate 6cm	m2	195,00
c - 5.1.3	betão leve 3cm	m2	195,00
c - 5.1.4	tela (10m2)	m2	195,00
c - 5.1.5	geotextil	m2	195,00
c - 5.1.6	acessórios	vg	1,00
5.2	Fornecimento e aplicação de godo lavado para acabamento de cobertura plana, com 0,10m de altura, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários	m3	19,50
c - 5.2.1	mão de obra	m2	19,50
c - 5.2.2	godo com 0,10m de altura	m2	19,50
c - 5.2.3	acessórios	vg	1,00
6	REBOCOS		
6.1	Rebocos interiores		
6.1.1	Fornecimento e execução de reboco estanhado em paredes, incluindo todos os remates e demais trabalhos necessários.	m2	215,00
c - 6.1.1.1	mão de obra e material	m2	215,00
c - 6.1.1.2	acessórios	vg	1,00
6.1.2	Fornecimento e execução de chapisco de emboço em paredes, incluindo todos os remates e demais trabalhos necessários.	m2	50,00
c - 6.1.2.1	mão de obra e material	m2	50,00
c - 6.1.2.2	acessórios	vg	1,00
7	REVESTIMENTOS EXTERIORES DE PAREDES		

Fornecimento e execução de revestimento de paredes			
7.1	exteriores "ETICS", com 8cm, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários a um perfeito acabamento.	m2	150,00
c - 7.1.1.1	mão de obra e material	m2	150,00
c - 7.1.1.2	acessórios	vg	1,00
8	REVESTIMENTOS		
8.1	Cerâmico		
Fornecimento e assentamento de revestimento cerâmico em paredes e pavimento, cor a definir, assente de acordo com as especificações do fabricante, incluindo betumação de juntas com betume à cor do cerâmico e todos os trabalho e acessórios necessários a um perfeito acabamento. (Nota: considerado cerâmico até 20€/m2)			
8.1.1		m2	215,00
c - 8.1.1.1	mão de obra (assentamento + mat. Fixação)	m2	215,00
c - 8.1.1.2	cerâmico	m2	215,00
c - 8.1.1.3	betume	m2	215,00
c - 8.1.1.4	acessórios	vg	1,00
8.2	Pavimento Flutuante		
Fornecimento e montagem de pavimento flutuante AC4 assente sobre lamina de espuma, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários a um perfeito acabamento. (Nota: considerado flutuante até 20€/m2)			
8.2.1		m2	100,00
c - 8.2.1.1	mão de obra (aplicação e lamina espuma)	m2	100,00
c - 8.2.1.2	flutuante	m2	100,00
c - 8.2.1.3	acessórios	vg	1,00
9	ESPECIALIDADES		
9.1	REDE DE ÁGUAS		
Fornecimento e execução de rede de abastecimento de águas conforme projeto, contabilizando: abertura de roços, fornecimento e aplicação da rede, fecho dos roços, teste de carga e todos os trabalhos necessários.			
9.1.1		vg	1,00
c - 9.1.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 9.1.1.2	acessórios	vg	1,00
9.1.2	Fornecimento e montagem de Paine Solar AQS 300L em sistema forçado, com resistência de apio, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários e teste final à rede.	vg	1,00
c - 9.1.2.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 9.1.2.2	acessórios	vg	1,00
9.1.3	Fornecimento e montagem de louças sanitárias e demais acessórios necessários, torneiras e chuveiros, incluindo todos os trabalhos necessários	vg	1,00
c - 9.1.3.1	mão de obra	vg	1,00
c - 9.1.3.2	sanita suspensa	un	3,00

c - 9.1.3.3	bidé pavimento	un	2,00
c - 9.1.3.4	lavatório pousar	un	3,00
c - 9.1.3.5	banheira	un	1,00
c - 9.1.3.6	base de duche	un	2,00
c - 9.1.3.7	acessórios	vg	1,00

9.2 REDE DE ESGOTOS

9.2.1	Fornecimento e execução de rede de esgotos conforme projeto, contabilizando: abertura de roços, fornecimento e aplicação da rede, fecho dos roços, caixas de saneamento, teste de rede e todos os trabalhos necessários.	vg	1,00
c - 9.2.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 9.2.1.2	acessórios	vg	1,00

9.3 REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS

9.3.1	Fornecimento e execução de rede de drenagem de águas pluviais conforme projeto, contabilizando: abertura de roços, fornecimento e aplicação da rede, fecho dos roços, caixas de águas pluviais, teste de rede e todos os trabalhos necessários.	vg	1,00
c - 9.3.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 9.3.1.2	acessórios	vg	1,00

9.4 REDE DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E ITED

9.4.1	Fornecimento e execução de rede de instalações elétricas e ITED, contabilizando: abertura de roços, fornecimento e aplicação da rede, fecho dos roços, fornecimento e montagem de aparelhagem, teste de rede e todos os trabalhos necessários.	vg	1,00
c - 9.4.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 9.4.1.2	acessórios	vg	1,00
9.4.2	Fornecimento e montagem de sistemas de iluminação direta e indireta, incluindo todos os materiais e acessórios necessários.	vg	1,00
c - 9.4.2.1	focos LED	un	30,00
c - 9.4.2.2	iluminação indireta LED	ml	50,00
c - 9.4.2.3	acessórios	vg	1,00

10 GESSO CARTONADO

10.1 Teto falso

10.1.1	Fornecimento e assentamento de teto falso em gesso cartonado de 13mm, com acabamento perfeito para pintura, incluindo aberturas para iluminação embutida, estrutura de fixação metálica, todos os trabalhos e acessórios necessários a um perfeito acabamento.	m2	110,00
c - 10.1.1.1	mão de obra e material	m2	110,00
c - 10.1.1.2	acessórios	vg	1,00

10.1.2	Fornecimento e assentamento de teto falso em gesso cartonado hidrófugo de 13mm, com acabamento perfeito para pintura, incluindo aberturas para iluminação embutida, estrutura de fixação metálica, todos os trabalhos e acessórios necessários a um perfeito acabamento.	m2	23,00
c - 10.1.2.1	mão de obra e material	m2	23,00
c - 10.1.2.2	acessórios	vg	1,00
10.1.3	Fornecimento e assentamento de teto falso em gesso cartonado ignífugo de 13mm, com acabamento perfeito para pintura, incluindo aberturas para iluminação embutida, estrutura de fixação metálica, todos os trabalhos e acessórios necessários a um perfeito acabamento. (Nota: nas zonas húmidas considerado gesso cartonado hidrófugo)	m2	37,00
c - 10.1.3.1	mão de obra e material	m2	37,00
c - 10.1.3.2	acessórios	vg	1,00
11	PINTURAS		
11.1	Paredes Interiores		
11.1.1	Fornecimento e execução de pinturas de paredes com aplicação de primário e 2 demão de tinta, cor a definir, assim como todos os trabalhos e materiais necessários a um perfeito acabamento.	m2	230,00
c - 11.1.1.1	mão de obra e material	m2	230,00
c - 11.1.1.2	acessórios	vg	1,00
11.2	Tetos		
11.2.1	Fornecimento e execução de pinturas de tetos com aplicação de primário e 2 demão de tinta, cor a definir, assim como todos os trabalhos e materiais necessários a um perfeito acabamento.	m2	175,00
c - 11.2.1.1	mão de obra e material	m2	175,00
c - 11.2.1.2	acessórios	vg	1,00
11.3	Muros		
11.3.1	Fornecimento e execução de pinturas de muros com aplicação de primário e 2 demão de tinta, cor a definir, assim como todos os trabalhos e materiais necessários a um perfeito acabamento.	m2	280,00
c - 11.3.1.1	mão de obra e material	m2	280,00
c - 11.3.1.2	acessórios	vg	1,00
12	CARPINTARIA		
12.1	Cozinha		
12.1.1	Fornecimento e montagem cozinha com móvel inferior, móvel superior com iluminação (7,50ml), ilha central (1,50x0,90m), pedra natural entre móveis e nos tampos, incluindo todos os	vg	1,00

	trabalhos e acessórios necessários. (Nota: não estão contabilizados eletrodomésticos)		
c - 12.1.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 12.1.1.2	acessórios	vg	1,00
12.2	Portas		
	Portas interiores de batente em estrutura de favo revestidas a		
12.2.1	folha de carvalho, incluindo aros e guarnições em madeira maciça, ferragens, fechaduras, puxadores e demais trabalhos e acessórios necessários.	un	7,00
c - 12.2.1.1	mão de obra e material	un	7,00
c - 12.2.1.2	acessórios	vg	1,00
	Portas interiores de correr de cassete, em estrutura de favo revestidas a folha de carvalho, incluindo ferragens, fechaduras, puxadores e demais trabalhos e acessórios necessários.		
12.2.2		un	2,00
c - 12.2.2.1	mão de obra e material	un	2,00
c - 12.2.2.2	acessórios	vg	1,00
	Porta de segurança em madeira maciça com corredeiras, ferragens, fechaduras, puxadores e demais trabalhos e acessórios.		
12.2.3		un	1,00
c - 12.2.3.1	mão de obra e material	un	1,00
c - 12.2.3.2	acessórios	vg	1,00
12.3	Rodapés		
	Fornecimento e montagem de rodapés em madeira de carvalho com 6cm de altura e 2cm de espessura, incluindo todos os trabalhos necessários.		
12.3.1		m	80,00
c - 12.3.1.1	mão de obra e material	m	80,00
c - 12.3.1.2	acessórios	vg	1,00
12.4	Armários e Roupeiros		
	Armários e Roupeiros em contraplacado "Faia", incluindo prateleiras e gavetas, acessórios e ferragens e todos os trabalhos necessários a um perfeito acabamento.		
12.4.1			
12.4.1.1	Armário Lavabo e I.S. Comum	un	2,00
c - 12.4.1.1.1	armário 1,10x0,50m	un	2,00
c - 12.4.1.1.2	acessórios	vg	1,00
12.4.1.2	Armário I.S. Suite	un	1,00
c - 12.4.1.2.1	armário 2,30x0,50m	un	1,00
c - 12.4.1.2.2	acessórios	vg	1,00
12.4.1.3	Armário Sala	un	1,00
c - 12.4.1.3.1	armário 1,25x0,50m	un	1,00
c - 12.4.1.3.2	acessórios	vg	1,00

12.4.1.4	Armário Roupeiro Q1 e Q2	un	2,00
c - 12.4.1.4.1	armário 3,45x0,60m	un	2,00
c - 12.4.1.4.2	acessórios	vg	1,00
12.4.1.5	Armário suite	un	1,00
c - 12.4.1.5.1	armário 2,00x0,60m	un	1,00
c - 12.4.1.5.2	acessórios	vg	1,00
12.4.1.6	armário closet 2,00x0,60m	un	1,00
c - 12.4.1.6.1	armário closet 4,10x0,60m	un	1,00
c - 12.4.1.6.2	acessórios	vg	1,00
12.4.1.7	Armário Lavandaria	un	1,00
c - 13.4.1.7.1	armário lavanderia 3,00x0,60m	un	1,00
c - 13.4.1.7.2	acessórios	vg	1,00
13	CANTARIA		
13.1	Geral		
13.1.1	Fornecimento e colocação de soleiras e peitoris, inclui todos os trabalhos necessários.	vg	1,00
c - 13.1.1.1	mão de obra	m	35,50
c - 13.1.1.2	soleiras e peitoris 25cm largura e 3cm espessura	m	35,50
14	SERRALHARIA		
14.1	Portões		
14.1.1	Fornecimento e aplicação de portões de acesso automóvel e pedonal, em chapa, lacados, cor a definir, incluindo todos os acessórios e trabalhos necessários ao seu perfeito funcionamento.		
14.1.1.1	Portão de acesso pedonal, de batente com uma folha, 1,00x1,20m.	un	1,00
c - 14.1.1.1.1	mão de obra e material	un	1,00
c - 14.1.1.1.2	acessórios	vg	1,00
14.1.1.2	Portão de acesso automóvel, de batente com duas folhas, motorizado, 4,00x1,20m, com comando à distancia (2 comandos).	un	1,00
c - 14.1.1.2.1	mão de obra e material	un	1,00
c - 14.1.1.2.2	acessórios	vg	1,00
15	CAIXILHARIA		
15.1	Fornecimento e montagem de caixilharia em alumínio lacado, com rutura térmica, composta por janelas oscilo-batente, com vidros duplos 6+6+4 mm, incluindo ferragens e demais acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento e estanqueidade ao ar e água.	vg	1,00
c - 15.2.1	caixilharia 3,00x1,10m	un	1,00

c - 15.2.2	caixilharia 1,50x1,10m	un	1,00
c - 15.2.3	caixilharia 0,80x1,10m	un	3,00
c - 15.2.4	acessórios	vg	1,00

15.2	Fornecimento e montagem de caixilharia em alumínio lacado, com rutura térmica, composta por janelas de correr, com vidros duplos 6+6+4 mm, incluindo ferragens e demais acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento e estanqueidade ao ar e água.	vg	1,00
------	--	----	------

c - 15.2.1	caixilharia 5,50x2,10m	un	1,00
c - 15.2.2	acessórios	vg	1,00

15.3	Fornecimento e montagem de caixilharia em alumínio lacado, com rutura térmica, composta por janelas batente, com vidros duplos 6+6+4 mm, incluindo ferragens e demais acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento e estanqueidade ao ar e água.	vg	1,00
------	--	----	------

c - 15.3.1	caixilharia 1,00x2,10m	un	4,00
c - 15.3.2	caixilharia 2,00x1,10m	un	2,00
c - 15.3.3	acessórios	vg	1,00

15.4	Fornecimento e montagem de caixilharia em alumínio lacado, com rutura térmica, composta por janelas fixas, com vidros duplos 6+6+4 mm, incluindo ferragens e demais acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento e estanqueidade ao ar e água.	vg	1,00
------	--	----	------

c - 15.3.1	caixilharia 2,50x2,10m	un	3,00
c - 15.3.2	caixilharia 2,10x2,10m	un	2,00
c - 15.3.3	acessórios	vg	1,00

16 ESTORES

16.1	Fornecimento e aplicação de estores motorizados, incluindo todos os acessórios e trabalhos necessários ao seu perfeito funcionamento.		
------	---	--	--

16.1.1	Estores 1,50x1,10m.	vg	1,00
c - 16.1.1.1	estore 1,50x1,10m	un	3,00
c - 16.1.1.2	acessórios	vg	1,00

16.1.2	Estores 0,80x1,10m.	vg	1,00
c - 16.1.2.1	estore 0,80x1,10m	un	3,00
c - 16.1.2.2	acessórios	vg	1,00

16.1.3	Estores 2,75x2,10m.	vg	1,00
c - 16.1.3.1	estore 2,75x2,10m	un	2,00
c - 16.1.3.2	acessórios	vg	1,00

16.1.4	Estores 1,00x2,10m	vg	1,00
c - 16.1.4.1	estore 1,00x2,10m	un	4,00

c - 16.1.4.2	acessórios	vg	1,00
16.1.5	Estores 2,00x1,10m	vg	1,00
c - 16.1.5.1	estore 2,00x1,10m	un	2,00
c - 16.1.5.2	acessórios	vg	1,00
16.1.6	Estores 2,50x2,10m	vg	1,00
c - 17.1.6.1	estore 2,50x2,10m	un	3,00
c - 17.1.6.2	acessórios	vg	1,00
16.1.7	Estores 2,00x2,10m	vg	1,00
c - 16.1.7.1	estore 2,00x2,10m	un	2,00
c - 16.1.7.2	acessórios	vg	1,00
17	ARRANJOS EXTERIORES		
	Execução de acessos pedonal e automóvel, executados em		
17.1	massame de betão sobre caixa de brita compactada, incluindo todos os trabalhos necessários.	m2	200,00
c - 17.1.1.1	mão de obra e material	m2	200,00
c - 17.1.1.2	acessórios	vg	1,00
18	DIVERSOS		
	Execução de todas e quaisquer limpezas necessárias à		
18.1	entrega da obra, em condições de imediata ocupação, incluindo todos os trabalhos e fornecimentos necessários a um perfeito acabamento.	vg	1,00
c - 18.1.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 18.1.1.2	acessórios	vg	1,00

ANEXO B

Mapa de Trabalhos de Moradia Bifamiliar



Cliente	-	Mapa de Trabalhos e Quantidades	
Obra	-	Processo	-
Local	-	Data	-

Cap.	Descrição	Unid.	Quant.
1	Demolições e Remoções		
1.1	Remoção cuidada de caleiras e tubos de queda existentes, incluindo transporte e descarga dos produtos sobrantes em vazadouro licenciado.	vg	1,00
c - 1.1.1.1	mão de obra	vg	1,00
c - 1.1.1.2	vazadouro	vg	1,00
1.2	Remoção cuidada de portão de garagem basculante, incluindo transporte e descarga de produtos sobrantes em vazadouro licenciado.	vg	1,00
c - 1.2.1.1	mão de obra	vg	1,00
c - 1.2.1.2	vazadouro	vg	1,00
1.3	Remoção cuidada de gradeamentos em janelas e acondicionamento dos mesmos em local da obra para posterior colocação.	vg	1,00
c - 1.3.1.1	mão de obra	vg	1,00
c - 1.3.1.2	outros	vg	1,00
2	Eletrecidade/ITED		
2.1	Execução de extensão de rede de antena a partir do exterior, incluindo a colocação de tubos, cablagem e todos os acessórios necessários	vg	1,00
c - 2.1.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 2.1.1.2	outros	vg	1,00
2.2	Fornecimento e montagem de sistema intercomunicador, incluindo abertura e fecho de roços e todos os acessórios necessários.	vg	1,00
c - 2.2.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 2.2.1.2	roços	vg	1,00
c - 2.2.1.3	outros	vg	1,00

3	Sistema ETICS		
3.1	Fornecimento e colocação de sistema ETICS, em fachada de moradia até uma altura de 3 metros, utilizando isolamento térmico de 6cm de esp., colas, rede fibra de vidro e argamassa de acabamento na cor a escolher pelo cliente.	m2	55,00
c - 3.1.1	mao de obra e material	m2	55,00
c - 3.1.2	diversos	vg	1,00
4	Cobertura		
4.1	Fornecimento e montagem de caleiras e tubos de queda em PVC, incluindo todos os acessórios necessários a um perfeito acabamento.	vg	1,00
c - 4.1.1	mão de obra e caleira	m	35,00
c - 4.1.2	mão de obra e tubo de queda	m	25,00
c - 4.1.3	diversos	vg	1,00
5	Serralharia		
5.1	Fornecimento e aplicação de capeamento executado em chapa nos peitoris existentes com 20cm de largura, incluindo todos os acessórios necessários.	m	10,00
c - 5.1.1	mão de obra e material	m	10,00
c - 5.1.2	diversos	vg	1,00
5.2	Fornecimento e montagem de portão de garagem seccionado manual (2,34 x 2,15m).	un	1,00
c - 5.2.1	mão de obra e material	un	1,00
c - 5.2.2	acessórios	vg	1,00
5.3	Fornecimento e montagem de portões em chapa, incluindo ferragens e demais acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento.		
5.3.1	Portão de acesso pedonal com painel de chapa 1,5mm 1 face: 1,00 x 1,50m	un	1,00
c - 5.3.1.1	mão de obra e material	un	1,00
c - 5.3.1.2	acessórios	vg	1,00
5.3.2	Portão de acesso automóvel com painel de chapa 1,5mm 1 face: 2,80 x 1,50m	un	1,00
c - 5.3.2.1	mão de obra e material	un	1,00
c - 5.3.2.2	acessórios	vg	1,00
6	Pinturas		
6.1	Fornecimento e execução de pintura em paredes de garagem e interior com uma demão de primário e duas demãos de tinta na cor a escolher pelo dono de obra.	m2	35,00
c - 6.1.1	mão de obra	m2	35,00
c - 6.1.2	primário aqua primer cin (1 lata 4L)	m2	35,00
c - 6.1.3	vinylmatt cin (1 lata 5L)	m2	35,00
c - 6.1.4	diversos	vg	1,00

6.2	Fornecimento e execução de pintura de gradeamentos previamente removidos, com cor a definir pelo dono de obra e posterior colocação das mesmas.	un	2,00
c - 6.2.1	mão de obra	un	2,00
c - 6.2.2	cinofer (1 lata 0,75L)	un	1,00
c - 6.2.3	diversos	vg	1,00
7	Chaminé		
7.1	Desobstrução e limpeza de chaminé	vg	1,00
c - 7.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 7.1.2	acessórios	vg	1,00
7.2	Fornecimento e montagem de recuperador de calor, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários.	vg	1,00
c - 7.2.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 7.2.2	acessórios	vg	1,00
8	Resguardo		
8.1	Fornecimento e aplicação de vidro float de 10mm temperado na entrada principal da habitação (2,60 x 2,10m), incluindo todos os acessórios necessários.	vg	1,00
c - 8.1.1	mão de obra e material	un	1,00
c - 8.1.2	diversos	vg	1,00
9	Arranjos exteriores		
9.1	Fornecimento e execução de jardim em relva semeada.	m2	40,00
c - 9.1.1	mão de obra	m2	40,00
c - 9.1.2	relva natural	m2	40,00
c - 9.1.3	diversos	vg	1,00
9.2	Fornecimento e execução de ponto de abastecimento de água no jardim.	vg	1,00
c - 9.2.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 9.2.4	diversos	vg	1,00
10	Limpeza		
10.1	Execução de limpeza final da obra, incluindo limpeza de todas as áreas interiores e exteriores envolvidas na execução dos trabalhos.	vg	1,00
c - 10.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 10.1.2	acessórios	vg	1,00

ANEXO C

Mapa de Trabalhos de Remodelação de Casa de Banho



Cliente	-	Mapa de Trabalhos
Obra	-	Processo -
Local	-	Data -

Cap.	Descrição	Unid.	Quant.
1	Demolições e Remoções		
1.1	Remoção cuidada de banheira existente e acondicionamento da mesma em local a definir pelo dono de obra.	vg	1,00
c - 1.1.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 1.1.1.2	diversos	vg	1,00
1.2	Remoção cuidada de bidé existente e acondicionamento do mesmo em local a definir pelo dono de obra.	vg	1,00
c - 1.2.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 1.2.1.2	vazadouro	vg	1,00
1.3	Remoção cuidada de base de duche, resguardo, torneiras e chuveiro existentes e acondicionamento dos mesmos em local a definir pelo dono de obra.	vg	1,00
c - 1.3.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 1.3.1.2	diversos	vg	1,00
1.4	Remoção cuidada de seca-toalhas existente e acondicionamento do mesmo em local a definir pelo dono de obra.	vg	1,00
c - 1.4.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 1.4.1.2	diversos	vg	1,00
1.5	Remoção cuidada de sanita suspensa existente e acondicionamento da mesma para posterior colocação.	vg	1,00
c - 1.5.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 1.5.1.2	diversos	vg	1,00
2	Equipamentos		

2.1	Execução de rebaixamento de pavimento no local da remoção da banheira e posterior aplicação de base de duche, incluindo todos os acessórios necessários.	vg	1,00
c - 2.1.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 2.1.1.2	diversos	vg	1,00
2.2	Alteração da rede de abastecimento de água: localização das torneiras e do chuveiro. Aplicação de chuveiro alto e montagem de resguardo de duche removido previamente, incluindo todos os acessórios necessários.	vg	1,00
c - 2.2.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 2.2.1.2	diversos	vg	1,00
2.3	Desativação e fecho das ligações de abastecimento e drenagem do bidé e duche, incluindo todos os acessórios necessários.	vg	1,00
c - 2.3.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 2.3.1.2	diversos	vg	1,00
2.4	Aplicação de seca-toalhas com 1,30m de altura fornecido pelo dono de obra, incluindo a utilização de silicone, vedantes e juntas antibacterianas.	vg	1,00
c - 2.4.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 2.4.1.2	diversos	vg	1,00
2.5	Aplicação de sanita suspensa previamente retirada, após aplicado o Krion nas paredes.	vg	1,00
c - 2.5.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 2.5.1.2	diversos	vg	1,00
2.6	Fornecimento a aplicação de cantoneira em alumínio cromado no local de remoção da banheira, incluindo os acessórios necessários.	vg	1,00
c - 2.6.1.1	mão de obra e material	vg	1,00
c - 2.6.1.1	cantoneira	vg	1,00
c - 2.6.1.2	diversos	vg	1,00

ANEXO D

Compilação de ligadores

Suportes com abas exteriores

Os suportes de abas exteriores são utilizados em diversas situações pois oferecem uma montagem estrutural eficaz sem recorrer a maquinaria especial. Possibilita a fixação da viga em flexão desviada.



Rothoblaas



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço galvanizado S250GD + Z275

Empregabilidade:

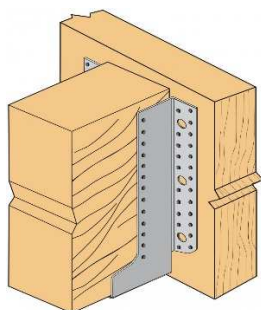
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

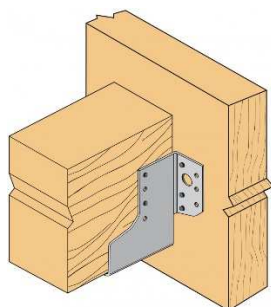
- ✓ Barrotes/madres
- ✓ Travessas e pilar de revestimento de proteção
- ✓ Batente de varas

Vantagens:

- ✓ Instalação rápida e simples



Simpson Strong-Tie



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Traçar a localização da viga suportada sobre a viga
- 2 - Posicionar o suporte e pré-fixar as abas de cada lado
- 3 - Ajustar o suporte relativamente aos traçados. O suporte deve estar ligeiramente mais aberto em cima do que em baixo para facilitar a instalação da viga suportada
- 4 - Finalizar a fixação de cada aba
- 5 - Posicionar a viga no suporte
- 6 - Posicionar a viga suportada no suporte
- 7 - Execução de pregagem total ou parcial

Suportes de 2 elementos

Os superiores de 2 elementos permitem uma adaptação as secções de madeira. É extremamente necessário assegurar a instalações dos pregos na base do cachorro.



Rothoblaas



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço galvanizado S250GD + Z275

Empregabilidade:

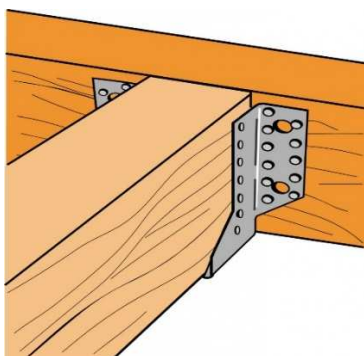
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

- ✓ Barrotes

Vantagens:

- ✓ Grande variedade de utilização em obras novas.



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Traçar a localização da viga suportada sobre a viga
- 2 - Posicionar o suporte e pré-fixar as abas de cada lado
- 3 - Ajustar o suporte relativamente aos traçados. O suporte deve estar ligeiramente mais aberto em cima do que em baixo para facilitar a instalação da viga suportada
- 4 - Finalizar a fixação de cada aba
- 5 - Posicionar a viga no suporte
- 6 - Posicionar a viga suportada no suporte
- 7 - Execução de pregagem total ou parcial.

Suportes com abas interiores

Os suportes de abas interiores são utilizados em diversas situações pois oferecem uma montagem estrutural eficaz sem recorrer a maquinaria especial. Possibilita a fixação da viga em flexão desviada.



Rothoblaas



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço galvanizado S250GD + Z275

Empregabilidade:

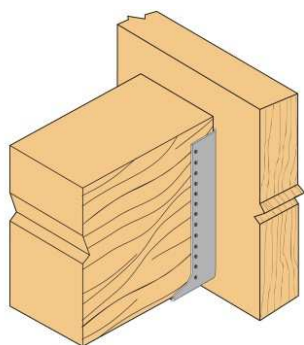
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

- ✓ Barrotes/madres
- ✓ Travessas e pilar de revestimento de proteção
- ✓ Batente de varas

Vantagens:

- ✓ Instalação rápida e simples



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Traçar a localização da viga suportada sobre a viga
- 2 - Posicionar o suporte e pré-fixar as abas de cada lado
- 3 - Ajustar o suporte relativamente aos traçados. O suporte deve estar ligeiramente mais aberto em cima do que em baixo para facilitar a instalação da viga suportada
- 4 - Finalizar a fixação de cada aba
- 5 - Posicionar a viga no suporte
- 6 - Posicionar a viga suportada no suporte
- 7 - Execução de pregagem total ou parcial

Estribo de alma

Esta ligação oculta permite uma montagem madeira sobre madeira completamente invisível com vigas de secções elevadas. Bastante recomendável para estruturas expostas a fatores externos.



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Liga de alumínio EN AW-6005 A

Empregabilidade:

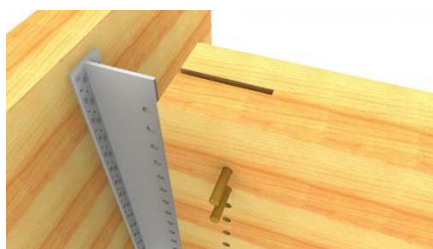
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

- ✓ Barrotes
- ✓ Madres
- ✓ Viga de apoio

Vantagens:

- ✓ Possibilidade de suportar vigas com altura elevada



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Fixar estribo de alma no suporte com pregos
- 2 - Executar rebaixamento vertical no eixo da viga suportada com a espessura e profundidade da alma em toda a altura da viga para inserir a mesma
- 3 - Colocar a viga no estribo na posição final
- 4 - Furar a madeira e o estribo em simultâneo
- 5 - Inserir os cavilhões nos furos para terminar a montagem

Estribo cauda de andorinha

Esta ligação é discreta e satisfaz os requisitos de resistência ao fogo. Permite uma montagem rápida e tradicional. É exclusiva para montagens madeira-madeira.



Rothoblaas



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Liga de alumínio EN AW-6082 T-6

Empregabilidade:

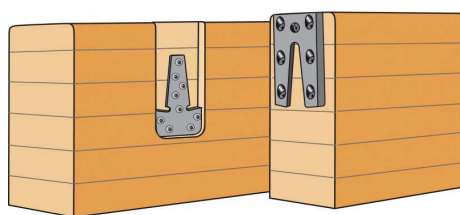
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL
- ✓ Madeira conífera e latifólia

Áreas de utilização:

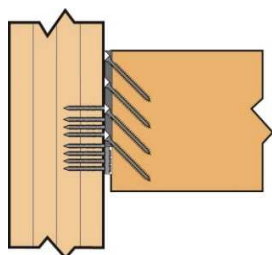
- ✓ Vigamento sobre viga mestra
- ✓ Barrote sobre prumo

Vantagens:

- ✓ Montagem invisível com ou sem rebaixamento
- ✓ Permite a utilização em diversas aplicações



Simpson Strong-Tie



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Efetuado o rebaixamento (opcional)
- 2 - Montagem dos estribos através de um gabarito de montagem
- 3 - Colocação do parafuso com rosca completa

Suporte de inclinação regulável

Este suporte permite a regulação da inclinação nas estruturas de madeira, permitindo um ajuste até 45° no sentido ascendente ou descendente. Este ajuste deverá ser realizado uma única vez.



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço galvanizado S250GD + Z275

Empregabilidade:

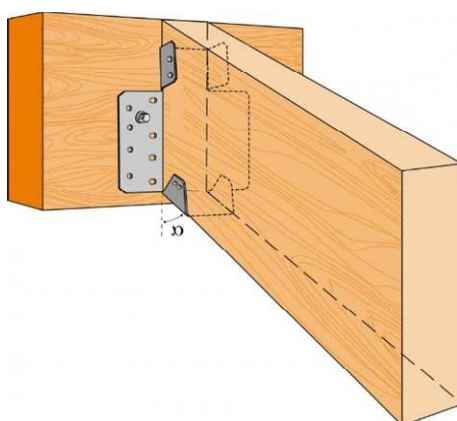
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

- ✓ Barrotes
- ✓ Madres
- ✓ Vigas lisas

Vantagens:

- ✓ Regulação da inclinação na obra



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Traçar a localização da viga suportada sobre a viga
- 2 - Posicionar o suporte e pré-fixar as abas de cada lado
- 3 - Ajustar o suporte relativamente aos traçados. O suporte deve estar ligeiramente mais aberto em cima do que em baixo para facilitar a instalação da viga suportada
- 4 - Finalizar a fixação de cada aba
- 5 - Posicionar a viga no suporte
- 6 - Posicionar a viga suportada no suporte
- 7 - Execução de pregagem total ou parcial

Ancoragem

Estas ancoragens apresentam grande resistência aos esforços de tração. Os furos e pregos permitem adaptar a fixação em função das configurações, permitindo assim uma maior versatilidade.



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço galvanizado G90 SS Classe 33

Empregabilidade:

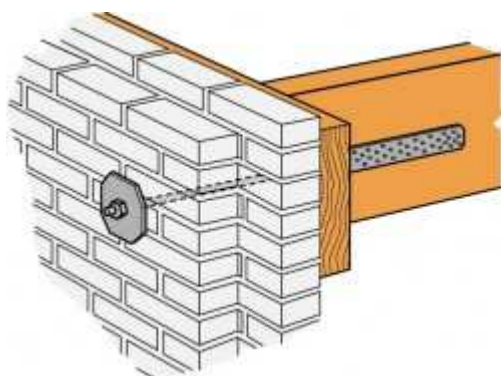
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

- ✓ Montagem de prumos
- ✓ Montagem de vigas
- ✓ Montagem de pés de asnas pequenas
- ✓ Conexões de painéis de esquadria de madeira
- ✓ Conexões de pilares de esquadria de madeira

Vantagens:

- ✓ Grande valor na elevação



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Garantir que a superfície total de apoio da ancoragem está em contacto com o suporte
- 2 - Utilizar todas as fixações especificadas para pregos ou parafusos

Ancoragem para pilar de esquadria

Estas ancoragens são recomendadas para o reforço de ângulos de paredes com esquadria de madeira em que estão sujeitos a esforços de elevação, ou seja, esta ligação permite uma grande resistência de tração.



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço galvanizado S250GD + Z275

Empregabilidade:

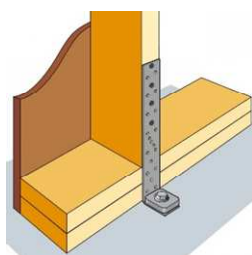
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

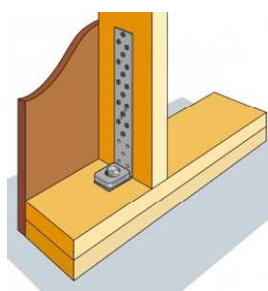
- ✓ Pilares de esquadria de madeira

Vantagens:

- ✓ Ancoragem de largura reduzida
- ✓ Permite sólida ancoragem da parede de esquadria de madeira ao solo
- ✓ Reforça a conexão pilar



Simpson Strong-Tie



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Garantir que a superfície total de apoio da ancoragem está em contacto com o suporte
- 2 - Utilizar todas as fixações especificadas para pregos ou parafusos

Esquadro simples

Os esquadros simples apenas são utilizados em ligações madeira sobre madeira. É uma aplicação corrente na construção e também em reforço de estruturas.



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço galvanizado S250GD + Z275

Empregabilidade:

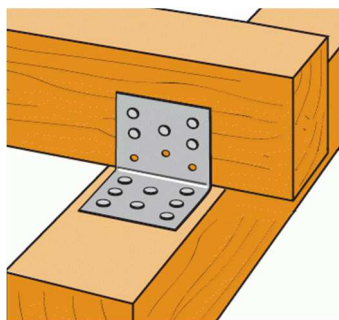
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

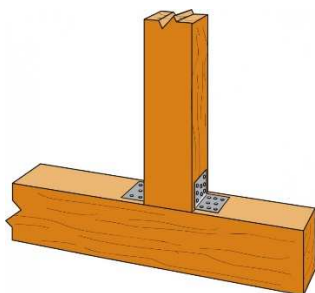
- ✓ Travessas de paramentos
- ✓ Ancoragens de traves
- ✓ Consolas

Vantagens:

- ✓ Enorme variedade de esquadros



Simpson Strong-Tie



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Sobrepor o esquadro ao elemento
- 2 - Pregar ou aparafusar aos elementos

Esquadro reforçado

Estes esquadros são um melhoramento quando comparados aos esquadros simples, pois garantem uma maior resistência ao corte.



Rothoblaas



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço galvanizado S250GD + Z275

Empregabilidade:

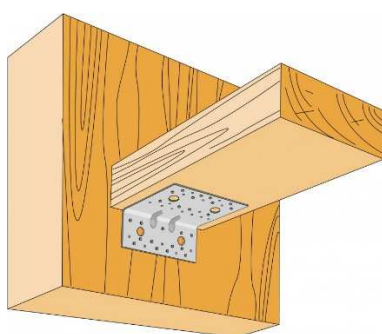
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

- ✓ Fixação de asnas pequenas
- ✓ Travessa de paramento
- ✓ Ancoragens de traves, consolas, peças de contorno

Vantagens:

- ✓ Permite retomar esforços consideráveis na lateral
- ✓ Elevada rigidez
- ✓ Conexão em betão possível com uma única ancoragem



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Traçar a localização da viga suportada sobre a viga
- 2 - Posicionar o esquadro
- 3 - Adicionar os parafusos e pregos para fixação da viga

Placas perfuradas

Esta ligação permite diversas soluções, principalmente na união ou ligação de elementos de madeira situados no mesmo plano e é bastante comum quando é necessário resistir a valores de tração.



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço galvanizado S250GD + Z275

Empregabilidade:

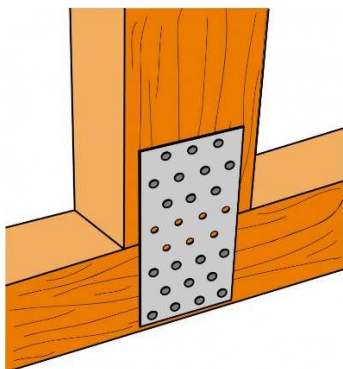
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

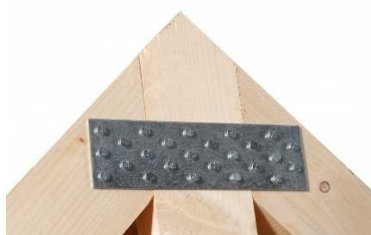
- ✓ Ligação prumo/barra
- ✓ Junta
- ✓ Reparações
- ✓ Montagens que exijam dobragem particular durante a obra

Vantagens:

- ✓ Enorme polivalência de aplicações
- ✓ Permite ser dobrado em obra



Simpson Strong-Tie



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Garantir a junção dos elementos a ligar
- 2 - Sobrepor as placas perfuradas sobre os mesmos elementos
- 3 - Efetuar a pregagem ou aparafusar a placa

Grampos tipo C11

São utilizados para montagens aparafusadas e permitem aumentar a capacidade de cargas admissíveis. A transmissão destes esforços faz-se da madeira para os pregos, depois para a placa na flange e para o parafuso.



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Fonte maleável EN-GJMB-350-10

Empregabilidade:

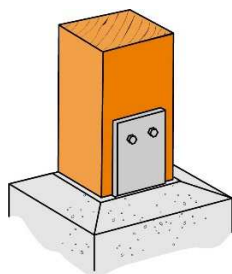
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

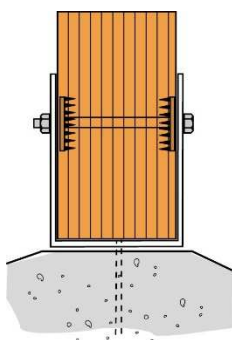
- ✓ Todo tipo de montagens madeira-madeira aparafusadas

Vantagens:

- ✓ Permite montagem e desmontagem
- ✓ Não necessita trabalhos especiais na montagem



Simpson Strong-Tie



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Alinhar os grampos a colocar
- 2 - Efetuar a penetração dos pregos com ajuda de prensa ou cunha de madeira dura e um maço
- 3 - Para a montagem do mesmo é necessário duas anilhas

Grampos Bulldog tipo C1

São utilizados para montagens aparafusadas e permitem aumentar a capacidade de cargas admissíveis.



Rothoblaas



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço HC340 LA

Empregabilidade:

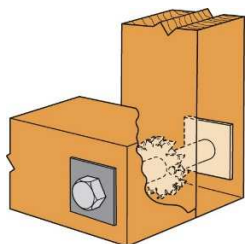
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

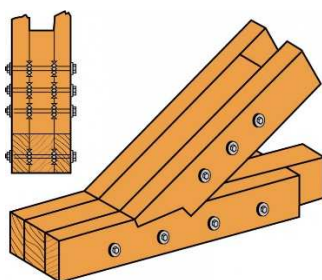
- ✓ Todos os tipos de montagens madeira-madeira aparafusadas
- ✓ Montagem de tirantes metálicos/asnas, de prumos de betão/asnas, de vigas

Vantagens:

- ✓ Ancoragem de largura reduzida
- ✓ Permite sólida ancoragem da parede de esquadria de madeira ao solo
- ✓ Reforça a conexão pilar



Simpson Strong-Tie



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - A montagem dos grampos faz-se por penetração durante o aparafusamento das peças entre si com a ajuda de prensa hidráulica ou de chave (o parafuso requer sempre duas anilhas, uma em cada face)

Anel tipo A1

São utilizados para montagens aparafusadas e permitem aumentar a capacidade de cargas admissíveis.



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Liga de alumínio EN AC-AISI9Cu3(Fe)

Empregabilidade:

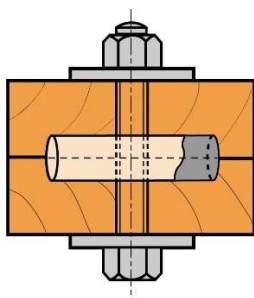
- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

- ✓ Todos os tipos de montagens madeira-madeira aparafusadas

Vantagens:

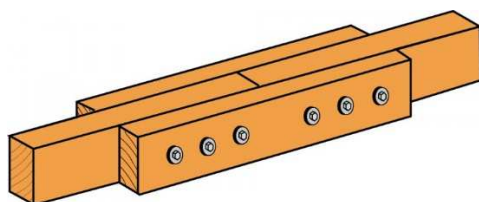
- ✓ Aumenta a capacidade de carga no cisalhamento dos parafusos de carpintaria



Simpson Strong-Tie

Processo de montagem:

- 1 - Para a montagem do anel tipo A1 é necessário uma fresagem específica para a realização de um sulco circular que acompanhe a forma do aro (o parafuso requer sempre duas anilhas, uma em cada face)



Simpson Strong-Tie

Pés de prumo fixos

Ligação com altura regulável e com um aspeto agradável. Permite alta resistência à compressão.



Rothoblaas



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço S235

Empregabilidade:

- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

- ✓ Alpendres
- ✓ Pérgulas
- ✓ Varandas

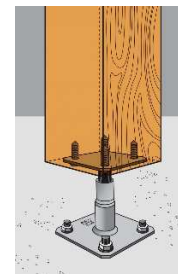
Vantagens:

- ✓ Não necessita maquinarias
- ✓ Reguláveis em obra

Processo de montagem:

Parte alta:

- 1 - Colocar a placa superior do pé de prumo sob o prumo
- 2 - Fixar esta placa ao prumo



Simpson Strong-Tie

Parte de baixo:

- 1 - Posicionar o prumo verticalmente na estrutura
- 2 - Identificar a posição das ancoragens ao solo no elemento
- 3 - Perfurar o elemento verticalmente com as dimensões das fixações
- 4 - Fixar a placa inferior

Pés de prumo de alma

Permite a realização de estruturas discretas. A alma presente assegura as cargas na elevação.



Simpson Strong-Tie

Material:

- ✓ Aço S235

Empregabilidade:

- ✓ Madeira maciça
- ✓ Madeira Lamelar
- ✓ Cross Laminated Timber
- ✓ LVL

Áreas de utilização:

- ✓ Alpendres
- ✓ Pérgulas
- ✓ Varandas

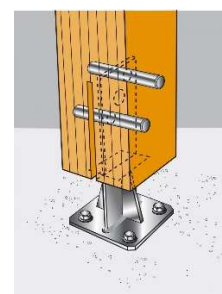
Vantagens:

- ✓ Não necessita maquinarias
- ✓ Reguláveis em obra

Processo de montagem:

Parte alta:

- 1 - Realizar um entalhe vertical em alma do prumo
- 2 - Identificar a posição dos cavilhões ou parafusos nos bordos do prumo
- 3 - Perfurar transversalmente o prumo a inserir
- 4 - Posicionar o pé do prumo em alma e enserir os cavilhões



Simpson Strong-Tie

Parte de baixo:

- 1 - Posicionar o prumo verticalmente na estrutura
- 2 - Identificar a posição das ancoragens ao solo no elemento
- 3 - Perfurar o elemento verticalmente com as dimensões das fixações
- 4 - Fixar a placa inferior